

目 次

第0部 はじめに.....	1
第1章 事業概要.....	1
第2章 事業目的.....	1
第3章 事業に対するニーズ.....	2
第1部 調査報告.....	5
第1章 東北6県の自動車整備士養成施設を対象とした調査.....	6
1.1 調査概要.....	6
1.2 調査結果.....	8
1.3 自動車整備士養成施設対象の調査のまとめ.....	20
第2章 福島県内のディーラー、整備工場等を対象とした調査.....	21
2.1 調査概要.....	21
2.2 調査結果.....	22
2.3 ディーラー・整備工場等を対象とした調査のまとめ.....	38
第3章 海外の自動車整備士と次世代自動車の整備人材に関する調査.....	39
3.1 米国の自動車整備産業の教育と雇用課題.....	39
3.2 ミシガン州の自動車整備士資格.....	40
3.3 米国における自動車整備士のスキル認定.....	41
3.4 米国における次世代自動車の動向.....	46
3.5 米国における次世代自動車に対応した自動車整備士の将来動向.....	47
3.6 各国の自動車整備に関する現状.....	48
第2部 開発報告.....	51
第1章 カリキュラム開発.....	51
1.1 カリキュラム開発の基本的な考え方.....	51
第2章 教材開発.....	70
2.1 開発した教材の概要.....	70
2.2 スマートグリッドキットの開発報告.....	71
2.3 『ナルセペダルテキスト』の開発報告.....	151
第3部 実証講座報告.....	153
第1章 実証講座の概要.....	153
1.1 実証講座の目的.....	153
1.2 実施計画.....	153
第2章 実証講座の実績.....	156
2.1 講座①「自動車整備業界の動向」.....	156
2.2 講座②「EVの技術」.....	158

2.3	講座③「EVの基礎知識」	162
2.4	講座④「EV周辺の技術」	166
2.5	講座⑤「スマートグリッド実習」	169
第3章	実証講座の評価	175
3.1	アンケートの結果	175
第4章	まとめ	184
付録		185
教材A	『EVの基礎知識テキスト』	185
教材B	『再生可能エネルギー・スマートグリッド基礎知識テキスト』	224
教材C	スマートグリッドキットのソースコード	259
教材D	『ナルセペダルテキスト』	316

推進協議会の構成

組織名	代表者	役割等	都道府県
学校法人九州総合学院	理事長 川越 宏樹	委員長	熊本県
学校法人新潟総合学院 専門学校国際情報工科大学校	学校長 水野 和哉	実証	福島県
学校法人北杜学園 仙台大原簿記情報公務員専門学校	理事長 鈴木 忠	調査	宮城県
学校法人九州総合学院 九州工科自動車専門学校	校長 兼瀬 紀弘	実証	熊本県
学校法人京都中央学院 <専>YIC 京都工科大学校	理事長 井本 浩二	開発	京都府
学校法人君が淵学園 崇城大学専門学校	校長 吉澤 勲	開発	熊本県
学校法人宮崎総合学院 宮崎情報ビジネス専門学校	教務部・事業推進部 部長 岩村 聡志	開発	宮崎県
学校法人中村学園 専門学校静岡電子情報カレッジ	教育部 部長 有賀 浩	調査	静岡県
社団法人福島県自動車整備振興会	教育・企画部長 志賀 光晴	実証	福島県
株式会社日産サテオ福島	営業本部サービス担当係長 春原 利光	実証	福島県
有限会社熊本オートサービス	取締役社長 村上 家督	実証	熊本県
一般社団法人 熊本県自動車整備振興会	業務部 部長 高濱 幸男	調査	熊本県
九州自動車産業株式会社	代表取締役社長 吉本 龍生	開発	熊本県
熊本県自動車販売店協会 一般社団法人日本自動車販売協会 連合会 熊本県支部	専務理事 山根 法生	調査	熊本県
特定非営利活動法人 教育支援システム研究機構	事務局長 後藤 孝徳	実証	東京都
IT 人材育成事業者協議会	事務局 青木 博	調査	東京都
学校法人九州総合学院 九州工科自動車専門学校	事業推進部 上妻 史彦	実証	熊本県

第0部 はじめに

第1章 事業概要

東日本大震災の被災地では、ハイブリッド自動車や電気自動車等の次世代自動車を中心とした再生可能エネルギー等に関する研究開発が盛んに行われている。また、ハイブリッド自動車や電気自動車のバッテリーを家庭用電源として利用可能にするシステムが発表された。このシステムは災害時の予備電源としても利用できるため、被災地を中心に、今後一層、次世代自動車の普及に加速がかけられると考えられる。一方、次世代自動車に対応した整備士の養成に関しては、1級自動車整備士養成校で対応した教育が行われてはいるが、次々と新しい技術が実用化されていくことを考慮すると、対応が難しくなってくることが予想される。そこで、本事業では、次世代自動車に最適化された1級自動車整備士の養成カリキュラムを構築した。また、中核部分の教材の開発も行った。開発した教育プログラムから中核部分を抽出し、福島県郡山市に所在する専門学校国際情報工科大学校の自動車整備士養成課程に通う専門学校生を対象に実証講座を行い、その有効性や妥当性を検証した。さらに、福島県内はもとより、被災地を中心とした全国の自動車整備士養成校や業界団体等に事業成果を普及させ、次世代自動車の整備人材の育成に努めた。

第2章 事業目的

本事業の目的は、東日本大震災の被災地において、ハイブリッド自動車、電気自動車等の次世代自動車に対応した1級自動車整備士の養成プログラムを開発し、被災地の復旧・復興を支援することにある。

東日本大震災発生と前後して、自動車業界では、ハイブリッド車や電気自動車等に関する研究開発が被災地で盛んに行われている。そのため、被災地を中心とした自動車関連産業が振興し、特に被災地周辺でハイブリッド車や電気自動車等の次世代自動車の普及に加速がかけられると予想される。

また、日産自動車は、平成24年5月30日に、同社が販売するEV車「リーフ」のバッテリーを家庭用電源として利用可能にするシステム”LEAF to Home”の提供を6月中旬から始めると発表した¹。他社も同様のシステムの研究開発に取り組んでおり、今後、ハイブリッド車や電気自動車を家庭用電源として利用するシステムが普及していくと考えられる。そして、ハイブリッド車や電気自動車のバッテリーを家庭用電源として利用できるとなると、災害時等の予備電源としても活用できるため、被災地を中心に、ハイブリッド車や電気自動車の需要はさらに高まっていくと予想される。また、こうしたハイブリッド車や電気自動車と再生可能エネルギーに関する研究開発も、近年では活発に行われている。

¹ <http://www.nissan-global.com/JP/NEWS/2012/STORY/120530-01-j.html>

一方、自動車整備士の養成に目を向けると、1級自動車整備士養成校において、次世代自動車の整備技術も指導されてはいるものの、エンジンやシャシ等、一部に留まり、次々と新しい技術が実用化されていることを考えれば、次世代自動車の進歩に対応できない虞がある。

そこで、本事業では、現行の1級自動車整備士の養成カリキュラムを精査し、改めて体系化し、次世代自動車に最適化された教育プログラムを開発して普及を図った。

第3章 事業に対するニーズ

東日本大震災の被災地では、次世代自動車に関する研究開発が盛んに行われている。実際、大震災発生前であるが、平成23年1月17日、日産自動車は、いわき工場のある福島県と電気自動車の普及や関連する産業振興・人材育成に取り組むことを目指した「低炭素社会の実現に向けた共同宣言」に合意したと発表している²。

また、トヨタ自動車も、セントラル自動車と共同で、宮城県大衡村において、独自の蓄電池を活用したスマートグリッド実証プロジェクト「Fグリッド」を、平成23年10月14日に開始している³。

あるいは、「平成23年度スマートコミュニティ構想普及支援事業」として、富士通株式会社が、福島県会津若松市において実施した「会津若松地域スマートコミュニティ事業化可能性調査」では、電気自動車の普及に向けて、再生可能エネルギーを効率的に活用した充電ステーション導入を検討し、地域情報に基づいた充電ステーションマップの策定に関する検討内容を報告している⁴。

さらに、大震災発生から1年以上が経過した平成24年4月15日、東北大学が関東自動車工業などと共同で、次世代自動車技術の実証試験を行う研究開発拠点を5月にも宮城県多賀城市に新設すると発表している⁵。

この他、多数の取組みが行われている状況から、被災地においては、他地域に比較して次世代自動車の普及がさらに加速していくことが考えられる。そのため、特に被災地において、次世代自動車の整備人材の需要も高まっていくことが考えられる。

² <http://www.nissan-global.com/JP/NEWS/2011/STORY/110117-01-j.html>

³ http://www2.toyota.co.jp/jp/news/11/10/nt11_1015.html

⁴ <http://www.nepc.or.jp/topics/pdf/120330/14.pdf>

⁵ <http://fukkoukeikaku.jp/2012/04/16193851.php>

進歩の速い次世代自動車に対応していくためには、改めて 1 級自動車整備士養成プログラムを精査し、体系化する必要がある。平成 24 年 1 月 31 日に開催された「第 3 回自動車整備技術の高度化検討会」でも、「自動車の安全・環境性能の確保や自動車産業の発展には、新技術に対応できる 1 級自動車整備士を育成していくことが重要」であると提言がなされており⁶、ハイブリッド車、電気自動車等の次世代自動車に対応できる自動車整備士の育成が急務である。そこで、2 級自動車整備士養成課程を持ち、次世代自動車の整備の基礎を学習する 2 つの教育プログラムを開発した実績のある本校と、被災地である福島県郡山市で 1 級自動車整備士養成課程を持っている専門学校国際情報工科大学校とが協力し、被災地で事業を行うことにより、被災地のニーズも汲んだ次世代自動車に最適化された 1 級自動車整備士の教育プログラムを構築できた。さらには、そのような取組みによって、被災地の復旧・復興を支援していくことができる。

⁶ 議事概要 <http://www.mlit.go.jp/common/000191208.pdf> を参照

第1部 調査報告

東日本大震災の被災地では、自動車メーカーや大学、自治体等を中心に、電気自動車や関連した分野の実証実験が多数行われている。環境問題への関心から、従来の自動車からハイブリッド車、電気自動車等次世代自動車への移行は全国的な流れであるが、被災地では特に、地震や津波の被害で使えなくなった自動車の買い換え需要等もあり、他地域と比較して、次世代自動車の普及はさらに加速していくことが予想される。さらに、原子力発電からの脱却を目指す声も多数上がっており、再生可能エネルギーやスマートグリッド等に関連した実証実験も全国で実施されている。その中で、プラグインハイブリッド車や電気自動車に搭載された駆動用バッテリーを、家庭の電源として活用するシステムが注目を集めている。

本事業では、被災地を中心としたこのような実情を踏まえ、次世代自動車に最適化された1級自動車整備士の養成プログラムを構築した。その際、カリキュラム開発の参考となる基礎資料とするため、以下の3つの調査を実施した。

①東北6県の自動車整備士養成施設を対象とした調査

被災地を中心とした東北6県の自動車整備士養成施設が、次世代自動車の普及に対応するためにどのような取り組みを行っているか、また、学生指導上の課題としてどのようなものがあるか、等をアンケートにより調査した。

②福島県内のディーラー、整備工場等を対象とした調査

整備業界が、次世代自動車に対応するためにどのような取り組みを行っているかや、次世代自動車に関する整備需要の状況、自動車整備士人材の育成上の課題等をアンケートにより調査した。

③海外の自動車整備士と次世代自動車の整備人材に関する調査

次世代自動車は日本国内のみならず、海外でも普及が進んでいる。そこで、米国を中心に、自動車整備士や次世代自動車の整備人材に関する情報収集を行った。

第1章 東北6県の自動車整備士養成施設を対象とした調査

次世代自動車の普及がさらに進んでいくと考えられる被災地を中心とした東北地方において、自動車整備士を養成している施設の現状を、郵送アンケート方式により調査した。

1.1 調査概要

調査対象は、東北地方6県の自動車整備士養成施設である。自動車整備士養成施設には、一種養成施設と二種養成施設とがある。前者は、主として自動車の整備作業に関しての実務経験のない者が対象で、後者は、主として自動車の整備作業に関しての実務経験のある者が対象である。一種養成施設には、専門学校、高等学校、職業能力開発校が該当する。また、二種養成施設は、各都道府県の自動車整備振興会の自動車整備技術講習所が該当する。なお、国土交通大臣が定める自動車に関する学科を有する大学でも自動車整備士資格を取得できる。このような大学は東北地方に2大学あり、本調査では便宜上、一種養成施設の中にも含めることとした。

本調査の調査対象は、国土交通省が公開している養成施設一覧の資料⁷から、東北6県に所在する39施設を抽出した。内訳は、以下の通りである。

	施設数	備考
一種養成施設	33	専門学校 3、高等学校 14、職業能力開発校 14、大学 2
二種養成施設	6	青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県、福島県の自動車整備振興会に送付
合計	39	

図表 1 調査対象とした自動車整備士養成施設の内訳

アンケートの発送は、平成24年11月22日であり、12月14日締め切りでFAXにて返信を受け付けた。

調査項目は、以下の通りである。

- ・ カリキュラムや学科、科目の改編等の有無
- ・ 新たに導入した教材、実習車、設備等の有無
- ・ 教員研修の有無と内容
- ・ 教員の採用の有無と採用した人材の出身
- ・ 次世代自動車に対応する上での教育上の課題
- ・ 進路指導や就職支援における課題
- ・ 今後の取組み予定
- ・ 次世代自動車に関連する分野で学生や受講者に指導すべき内容

その結果、11件の回答を得た。回収率は28.2%であった。回答のあった施設はいずれも一種養成施設であったが、その中に専門学校は含まれなかった。回答のあった施設の内訳

⁷ 一種養成施設一覧：<http://www.mlit.go.jp/common/000216667.pdf>

二種養成施設一覧：<http://www.mlit.go.jp/common/000216668.pdf>

国土交通大臣が定める自動車に関する学科を有する大学：<http://www.mlit.go.jp/common/000216670.pdf>

は、以下の通りである。

	施設数	備考
一種養成施設	11	専門学校 0、高等学校 3、職業能力開発校 6、大学 2
二種養成施設	0	各県の自動車整備振興会
合計	11	

図表 2 回答があった施設の内訳

1.2 調査結果

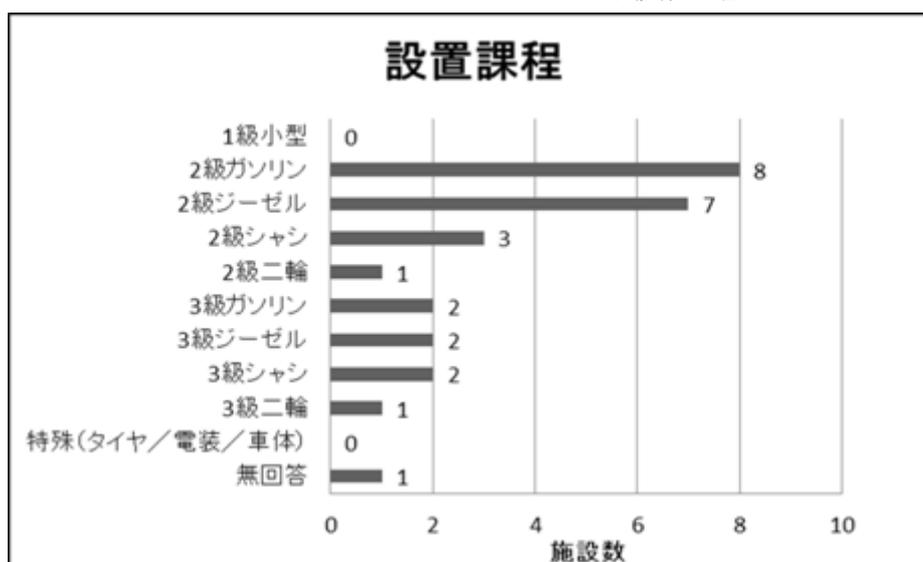
以下、調査結果を列記する。

1.2.1 設置課程

設置している養成課程は、2級ガソリンが最も多く8施設、次いで2級ジーゼルが7施設であった。3級のガソリン、ジーゼル、シャシの2施設はいずれも高等学校であった。また、1級課程を設置している養成施設は、今回の回答者には含まれなかった。なお、国土交通省の資料⁸によると、東北地方に所在する一種養成施設で、1級課程を設置しているのは、専門学校のみである。

設置課程	回答数
1級小型	0
2級ガソリン	8
2級ジーゼル	7
2級シャシ	3
2級二輪	1
3級ガソリン	2
3級ジーゼル	2
3級シャシ	2
3級二輪	1
特殊（タイヤ／電装／車体）	0
無回答	1

※複数回答



※複数回答

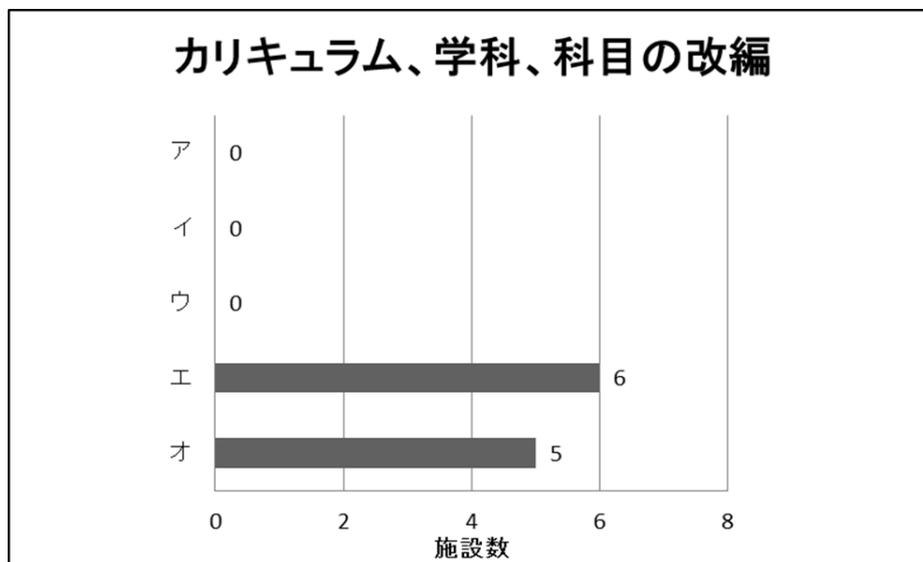
図表 3 設置課程

⁸ 一種養成施設一覧：<http://www.mlit.go.jp/common/000216667.pdf>

1.2.2 カリキュラム、学科、科目の改編等の有無

次世代自動車の普及に対応して、カリキュラムや学科、科目の改編等を行ったかを質問した。カリキュラムや学科の改編を行ったという回答はなく、既存の科目の中で扱う内容の追加や変更を行ったという回答が 6 件と半数以上であった。残りの 5 件は、改編等は無かったという回答であった。

選択肢	回答数	内訳
ア 新たな学科を設置した。	0	
イ 既存の学科のカリキュラムを全体的に改編した。	0	
ウ 既存のカリキュラムの一部に、新たな科目を設置した。	0	
エ 科目の変更はないが、扱う内容に追加や変更を行った。	6	高等学校 1 職業能力開発校 5
オ 特に改編等はない。	5	高等学校 2 職業能力開発校 1 大学 2



図表 4 カリキュラム、学科、科目の改編等の有無

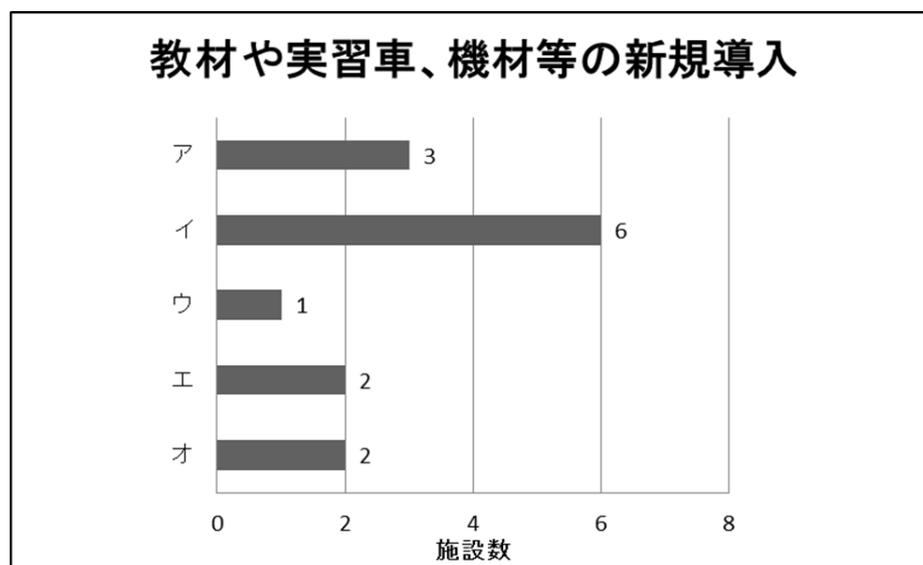
1.2.3 新たに導入した教材、実習車、設備、機材等の有無

次世代自動車の普及に対応して、新たに導入した教材や実習車、設備、機材等について質問した。新たに導入したものがあある場合は、さらに具体的に教材名や車種等を質問している。

最も多い回答は、「新たに実習車を導入した」で、6施設であった。次いで、「新たに教材を導入した」が3施設、「新たに設備や機材を導入した」が1施設であった。また、「その他」は2施設である。「特になし」は2施設であった。

選択肢	回答数	内訳
ア 新たに教材を導入した	3	高等学校 1 職業能力開発校 2
イ 新たに実習車を導入した	6	職業能力開発校 4 大学 2
ウ 新たに設備や機材を導入した	1	大学 1
エ その他	2	職業能力開発校 2
オ 特になし	2	高等学校 2

※複数回答



※複数回答

図表 5 教材や実習車、機材等の新規導入の有無

なお、新規に導入した教材等の具体的な記述は、以下の通りである。

ア 新たに導入した教材

- ・ 『次世代自動車システム ハイブリッドおよび車両診断/電気自動車』⁹ (高等学校)
- ・ 『コンバート EV パーフェクトガイド 2012』¹⁰ (高等学校)
- ・ 『eTOOLBOX Plus ハイブリッド自動車編』¹¹ (職業能力開発校)

イ 新たに導入した実習車

- ・ トヨタ プリウス (職業能力開発校 4、大学 2)
- ・ トヨタ アルテッツァ (大学 1)

ウ 新たに導入した設備、機材等

- ・ プリウス用トランスアクスル (大学)

エ その他

- ・ 外部故障診断機「HDM-3000」¹² (職業能力開発校)
- ・ トヨタ・日産・ホンダ等のディーラーより講師と実習車を依頼し、指導を受けている (職業能力開発校)
- ・ 故障診断機を導入した (職業能力開発校)

⁹ 全国自動車大学校・整備専門学校協会：http://www.jamca.jp/common/pdf/textbook/ev_hv.pdf

¹⁰ 日刊自動車新聞：<http://www.nikkanjidoshu.co.jp/product/dt/3911/>

¹¹ 株式会社バンザイ：http://www.banzai.co.jp/products/cat_b/etb01

YAMAGATA INTECH 株式会社：<http://www.yamagata-intech.jp/specially/etoolbox/plus.html>

¹² 日立オートパーツ&サービス：

http://www.hdm.hitachi-autoparts.co.jp/diag_usr/html/index.php?PageKb=3kTop&HDMSSID=rbqhf0aafk219dj100kimrq921

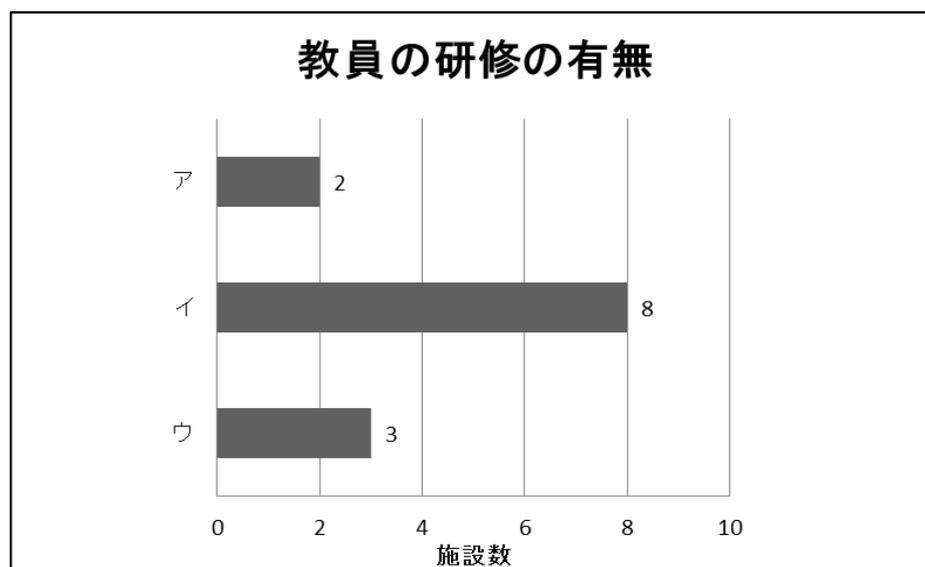
1.2.4 教員の研修の有無

次世代自動車の普及に対応して、教員の研修を行ったかを質問した。行っている場合は、具体的な内容や時間数を質問している。

「内部で研修を行った」との回答が 2 施設、「外部の研修を受講させた」との回答が 8 施設であった。内部で研修を行った 2 施設は、どちらも外部でも研修を受講させている。また、「特に行わなかった」は 3 施設であった。

選択肢	施設数	内訳
ア 内部で研修を行った。	2	職業能力開発校 1 大学 1
イ 外部の研修を受講させた。	8	高等学校 1 職業能力開発校 5 大学 2
ウ 特に行わなかった。	3	高等学校 2 職業能力開発校 1

※複数回答



※複数回答

図表 6 教員の研修の有無

なお、具体的な研修の内容や時間等は、以下の通りである。

ア 内部研修の実施例

研修名	概要	時間数	回答施設
外部講師による新機構講座	トヨタ、日産、ホンダ等の各ディーラーより講師を招き、内容に合わせた実習車の持ち込みによる整備技術の指導を学生と一緒に受講	35 時間	職業能力開発校
ハイブリッド車研修	回答者(教授)が中心となり、トランスアクスルを分解しながら行った	10 時間	大学

イ 外部研修の受講例

研修名	概要	時間数	回答施設
EV スクール	『コンバート EV パーフェクトガイド 2012 』を使用。ハイブリッド車・EV 車について。理論 6 時間、実技 12 時間。	18 時間	高等学校
教員向け「EV 総合講座」	EV 基礎知識、電装電気について、CEV 製作手順、車検取得、i-MiEV カットモデル説明、各種 EV 試乗、スマートハウス・グリッドシステム等。	7 時間	職業能力開発校
低圧電気取扱特別教育	労働安全衛生法律第 59 条及び同法労働安全衛生規則第 36 条第 4 項の規定による特別教育	7 時間	職業能力開発校
低電圧取扱業務講習	低圧電気に関する基礎知識。ハイブリッド車の点検整備時の注意など	6 時間	職業能力開発校
EV の技術	職業訓練指導員研修（職業能力開発総合大学校）EV に関する知識、構造、取扱い、整備方法、故障診断、レスキュー時取扱い	2 日間	職業能力開発校
ハイブリットセミナー	プリウスのシステム、点検整備方法、ルーブリケーション関連	5 時間	職業能力開発校
低圧電気取扱いに対する特別教育	ハイブリッド車の分解組付けには必ず必要な講習であると整備振興組合から言われて参加した。実技と講習。	8 時間	大学
EV 教室	コンバージョン EV 制作に関する研修	64 時間	大学

1.2.5 教員の採用の有無

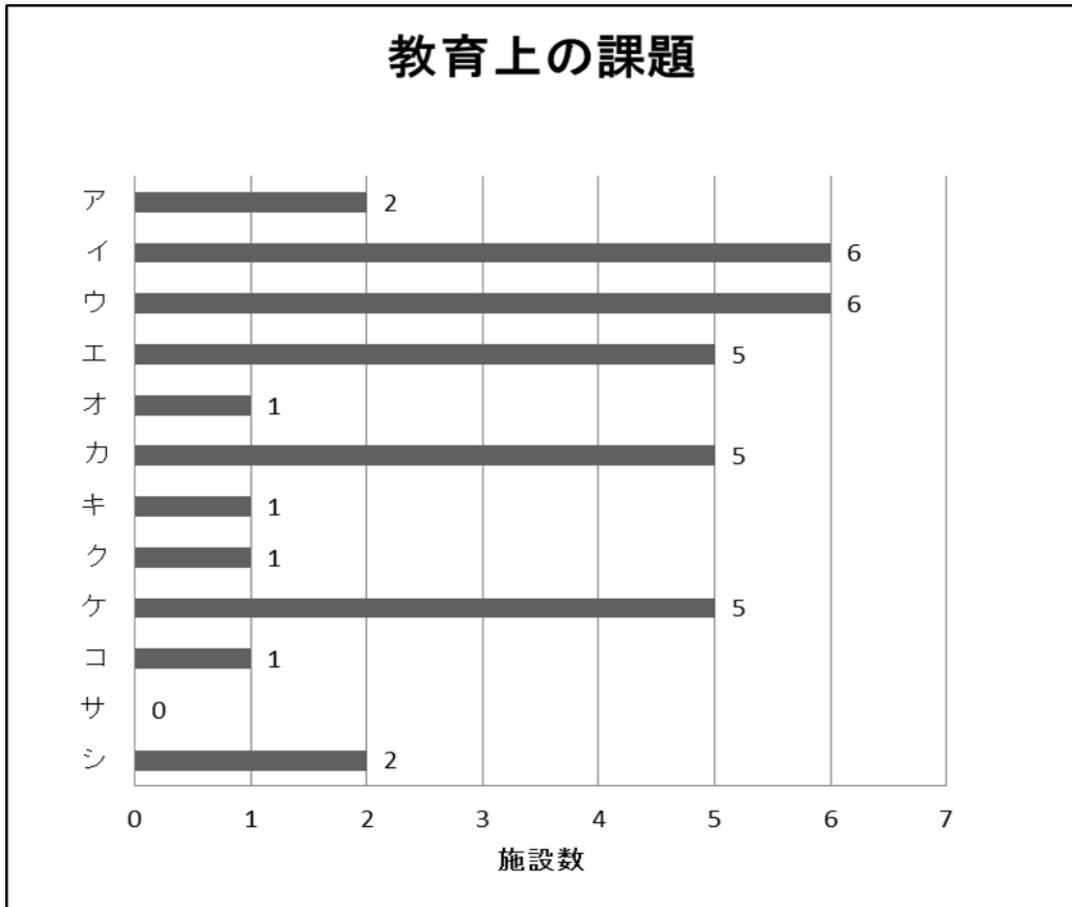
次世代自動車の普及に対応して、新たに教員を採用したかどうかを質問した。新たに採用したという回答は、職業能力開発校の2施設のみであった。1施設は常勤でディーラーから採用、もう1施設は非常勤で整備業者から採用したという回答であった。

1.2.6 学生や受講者に対する教育上の課題

次世代自動車の普及に伴う、学生や受講者に対する教育上の課題について質問した。回答が多かったのは、「対応できる教員が少ない／いない」と「対応できる教材の導入が困難」で、いずれも6施設の回答だった。5施設からあった回答は、「対応できる実習車の導入が困難」「内容が高度になり、学生や受講者に指導することが難しい」「次世代自動車の整備に対応した標準的な教育プログラムがない」であった。

選択肢	施設数	内訳
ア 時間不足	2	高等学校 1 職業能力開発校 1
イ 対応できる教員が少ない／いない	6	高等学校 3 職業能力開発校 2 大学 1
ウ 対応できる教材の導入が困難	6	高等学校 2 職業能力開発校 4
エ 対応できる実習車の導入が困難	5	高等学校 1 職業能力開発校 4
オ 対応できる設備や機材の導入が困難	1	職業能力開発校
カ 内容が高度になり、学生や受講者に指導することが難しい	5	高等学校 2 職業能力開発校 3
キ 学生や受講者の、次世代自動車に対するモチベーションが低い	1	高等学校 1
ク 次世代自動車の整備に対応した国家資格がない	1	高等学校 1
ケ 次世代自動車の整備に対応した標準的な教育プログラムがない	5	高等学校 1 職業能力開発校 4
コ 次世代自動車に関する情報が入手しにくい	1	職業能力開発校 1
サ その他	0	
シ 特になし	2	職業能力開発校 1 大学 1

※複数回答



※複数回答

図表 7 教育上の課題

教材や実習車を導入している施設も多いが、それでも課題として挙げていることから、まだ不十分であることが考えられる。

1.2.7 進路指導・就職支援における課題

進路指導や就職支援において課題があるかどうかを自由記述形式で質問した。高等学校1校のみから、以下のような回答があった。

- ・ 高校における3級整備士の内容は、基本的なものであり、上級学校の内容の方が次世代自動車へ対応する内容である。3級の内容でも、社会へ出て、即戦力となる人物を育てることは難しい。また、次世代自動車の内容も盛り込む必要があり、今後の展望としても明るい、大きく変換は費用面でも難しい。進路選択にも必要な知識であり何とかしたい内容であるが、教員の育成にも手をかける必要もある。問題は多い。

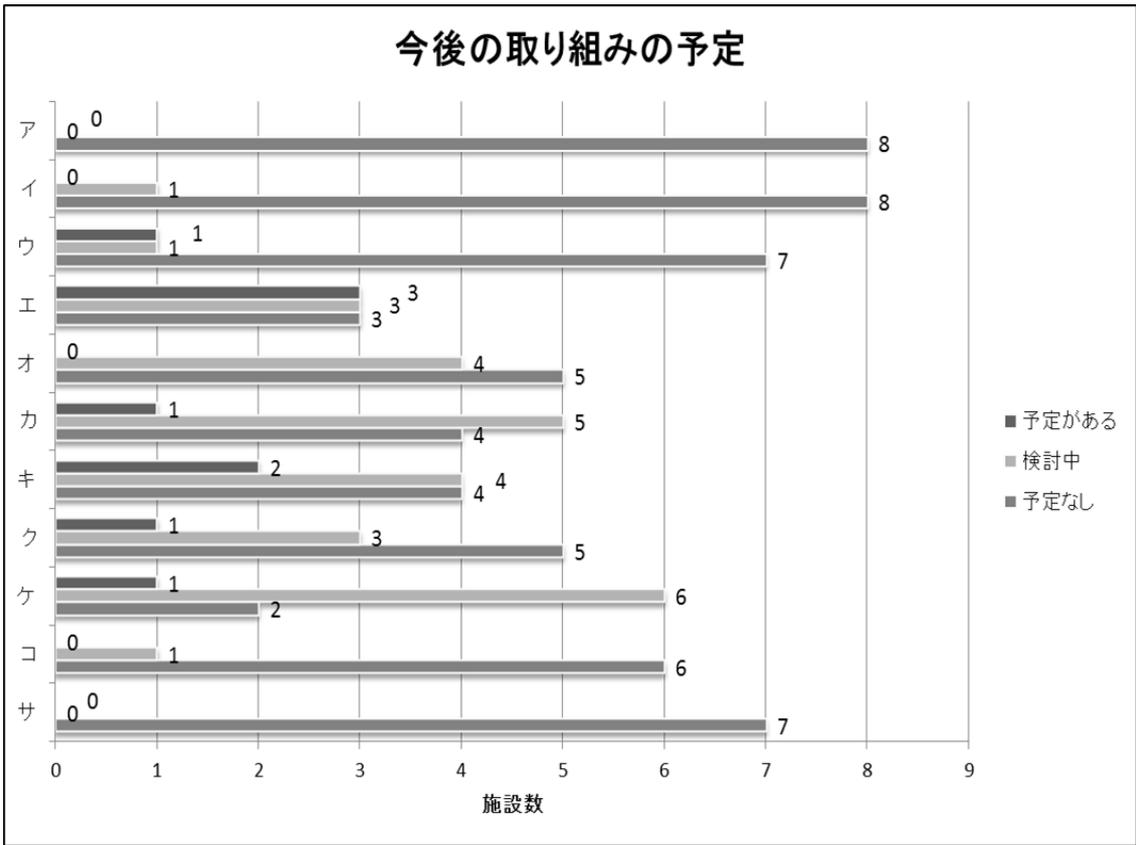
次世代自動車に関する内容を指導することの重要性が指摘されているが、教員の育成や費用面で難しいという意見である。即戦力となる人材の育成に対する難しさも指摘されている。

1.2.8 今後の取り組みの予定

今後どのような取り組みを行っていく予定かを質問した。それぞれの選択肢に対し、「予定がある」「検討中」「予定なし」を選択する形式とした。

「予定がある」で最も多かったのは、「既存科目の中で教育内容の変更」で、3施設であった。「検討中」で最も多かったのは、「外部での教員研修の実施」で6施設であった。その反面、「新学科の開設」「既存学科のカリキュラムの全体的な改編」を「予定なし」と回答した施設は8と最多であった。現時点での取り組みとしても、今後も、大幅な改編の可能性は少ないという結果となった。

選択肢	予定がある	検討中	予定なし
ア 新学科の開設	0	0	8
イ 既存学科のカリキュラムの全体的な改編	0	1	8
ウ 既存のカリキュラムに新科目の設置	1	1	7
エ 既存科目の中で教育内容の変更	3	3	3
オ 対応した教材の導入	0	4	5
カ 対応した実習車の導入	1	5	4
キ 対応した設備や機材の導入	2	4	4
ク 内部での教員研修の実施	1	3	5
ケ 外部での教員研修の実施	1	6	2
コ 教員の新規採用（常勤）	0	1	6
サ 教員の新規採用（非常勤）	0	0	7



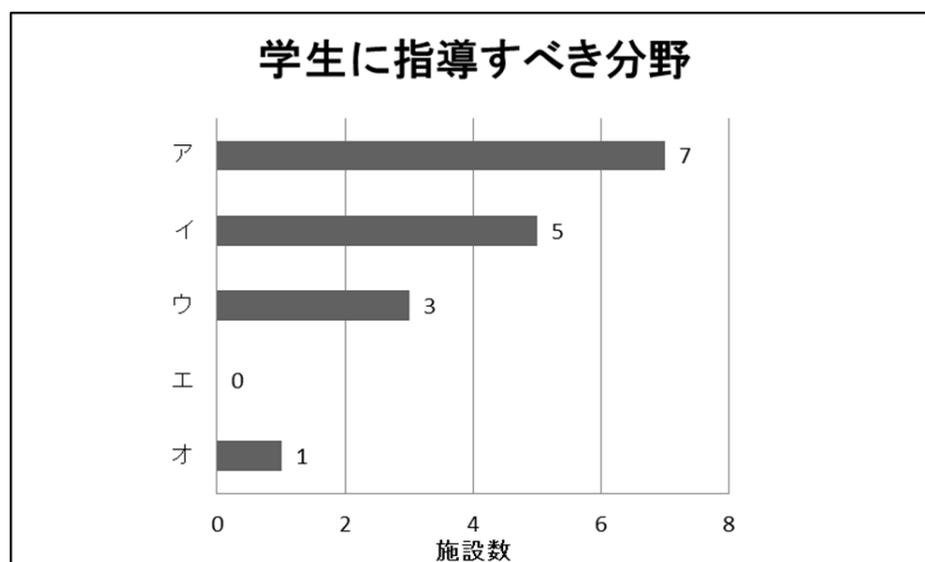
図表 8 今後の取り組みの予定

1.2.9 学生や受講者に指導すべき分野

次世代自動車に関連する分野で、学生や指導者に指導すべきと考えているものを質問した。最も多かったのは「再生可能エネルギー」で7施設、次いで、「スマートグリッド」で5施設、「外部電力ネットワークとの接続（電源としての利用、等）」は3施設であった。「自動運転機能」は回答がなかった。「その他」は「フォークリフト運転」であった。

選択肢	施設数	内訳
ア 再生可能エネルギー	7	高等学校 3 職業能力開発校 3 大学 1
イ スマートグリッド	5	高等学校 1 職業能力開発校 3 大学 1
ウ 外部電力ネットワークとの接続（電源としての利用、等）	3	高等学校 1 職業能力開発校 1 大学 1
エ 自動運転機能	0	
オ その他（フォークリフト運転）	1	大学 1

※複数回答



※複数回答

図表 9 学生や受講者に指導すべき分野

1.2.10 自由記述

次世代自動車やその整備に関すること、震災からの復興との関わり等で、自由に意見を求めた。高等学校 2 校から、以下のような回答があった。

- ・ 自動車でインバータの活用 (DC12V→AC100V)
- ・ 学生確保が最優先される現状です。業界としての PR など、整備士を志望する学生が増となるような動きを期待します。

1.3 自動車整備士養成施設対象の調査のまとめ

東北 6 県の自動車整備士養成施設における次世代自動車への対応としては、以下のような状況であることが明らかとなった。

- ① カリキュラム面では改編を行わず、既存の科目内で教育内容を追加または変更のみ実施している。
- ② 教材等では、実習車の新規導入が多く、いずれも HV で、EV の導入事例はない。
- ③ 教員研修の多くは外部研修を利用している。内部研修は、ディーラーとの協力により行った例と、教員が独学で学んで実施した例とがあった。
- ④ 教員の採用事例は少なかった。

これより、次世代自動車に対応する取り組みは実施しているものの、大きな改編は少ないということがわかった。

教育上の課題としては、「教員不足」「教材の導入が困難」「実習車の導入が困難」「内容の高度化」に加え、「標準的な教育プログラムがない」ことが挙げられている。

また、今後の取り組みでは、「外部での教員研修」を検討しているという回答が多く、現状の体制のまま対応していこうという姿勢がうかがえる。

自由記述でも指摘されていたように、各養成施設では、次世代自動車に対応する上での課題は認識しているものの、時間不足や費用面、教材面、等の様々な問題により、課題の解決には至っていないことが予想できる。但し、教員研修に関しては積極的で、現状でも多くの時間を割いて対応していこうという姿勢が見える。

これらのことから、「次世代自動車の標準的な教育プログラム」となる内容を組み入れた、1 級自動車整備士養成カリキュラムを構築することの重要性が浮き彫りになる。また、こうした教育プログラムを運用していくためにも、教員の養成方法に関して、今後、検討していく必要がある。

第2章 福島県内のディーラー、整備工場等を対象とした調査

本事業の実施地域である福島県内のディーラー、及び整備工場等の現状を、郵送アンケートを中心として調査を行った。

2.1 調査概要

本調査は、福島県自動車整備振興会の会員企業 492 件にアンケート調査票を郵送し、FAX 等で返信を受け付ける方式で行った。平成 24 年 12 月 27 日に発送し、平成 25 年 1 月 18 日を返信の締め切りとした。またその後、専門学校国際情報工科大学校の協力の下、個別に調査の依頼を行った。最終的には、福島県外も含めて 19 件の回答があり、回収率は 3.9% であった。

調査項目は、以下の通りである。

- ・ 近年の整備需要
- ・ 次世代自動車の普及に伴う、整備人材育成上の課題
- ・ 次世代自動車の整備人材に必要な資格
- ・ 近年の採用状況
- ・ 入社時に必要な知識や技術
- ・ 専門学校の教育内容に求めること
- ・ 専門学校との連携について
- ・ 今後の展開
- ・ 次世代自動車やその整備、震災からの復興との関わり等（自由意見）

2.2 調査結果

以下、調査結果を列記する。

2.2.1 近年の整備需要の状況

近年の整備需要の状況を、ガソリン車、ディーゼル車、ハイブリッド車、電気自動車の車種ごとに質問した。

ガソリン車の整備需要は、「以前と変わらない」が 63%で最も多かった。「以前より増えた」は 11%、「以前より減った」は 26%で、それほど大きな変化ではないが、やや減少傾向にあることがわかる。「需要はない」という回答はなかった。

ディーゼル車の整備需要は、「以前より減った」が 39%、「以前と変わらない」が 28%、「以前より増えた」が 16%という順であった。ガソリン車と比較すると、より減少傾向にあることがわかる。また、「需要はない」という回答が 17%あった。

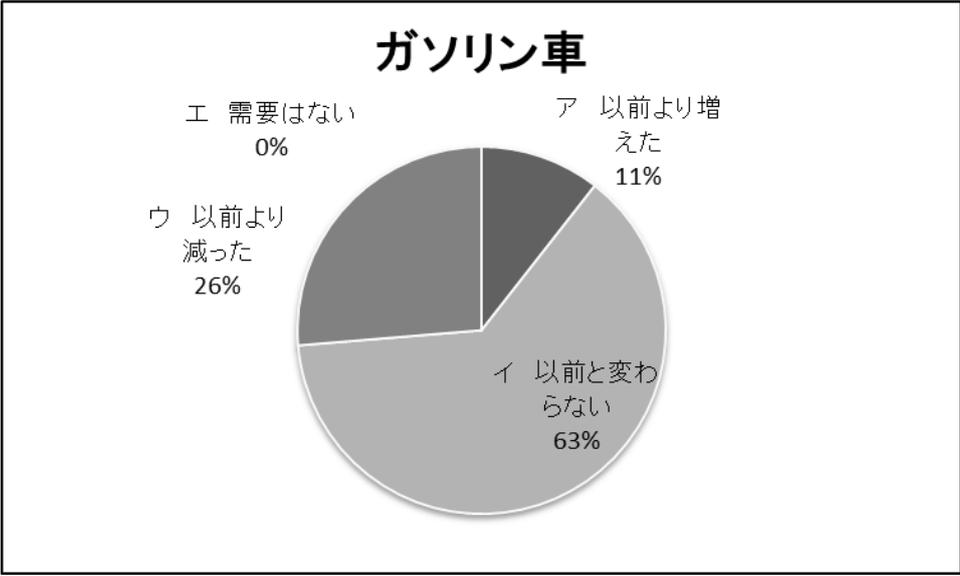
ハイブリッド車の整備需要は、「以前より増えた」が 89%に上り、残りの 11%は「以前と変わらない」という回答であった。これより、福島県ではハイブリッド車の普及が進んでいることが判断できる。

電気自動車の整備需要は、「以前より増えた」が 39%に上った。ハイブリッド車ほどではないが、電気自動車の普及が進んでいることがわかる。但し、「需要はない」という回答も 44%あり、まだ普及は限定的であるとも言える。

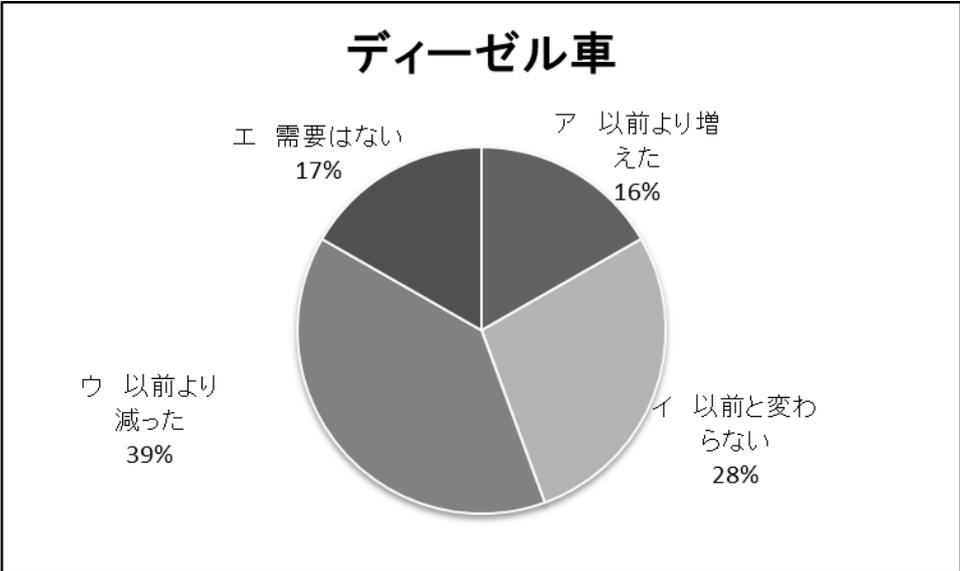
なお、ディーゼル車とハイブリッド車で無回答となっているものは、調査票に「販売していません」と記述されていた。

	以前より増えた	以前と変わらない	以前より減った	需要はない	無回答
ガソリン車	2 (11%)	12 (63%)	5 (26%)	0 (0%)	0
ディーゼル車	3 (16%)	5 (28%)	7 (39%)	3 (17%)	1
ハイブリッド車	17 (89%)	2 (11%)	0 (0%)	0 (0%)	1
電気自動車	7 (39%)	3 (17%)	0 (0%)	8 (44%)	0

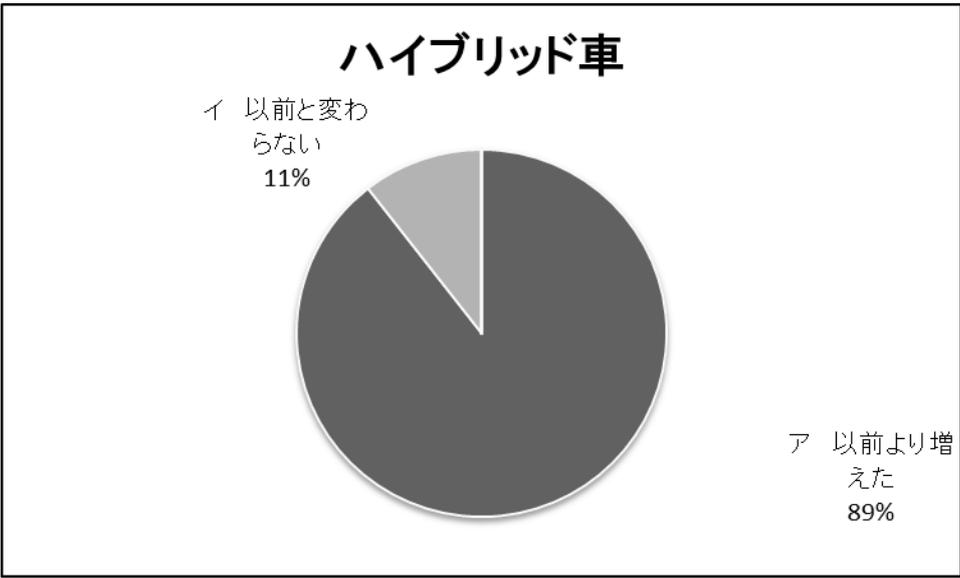
図表 10 車種別整備需要の状況



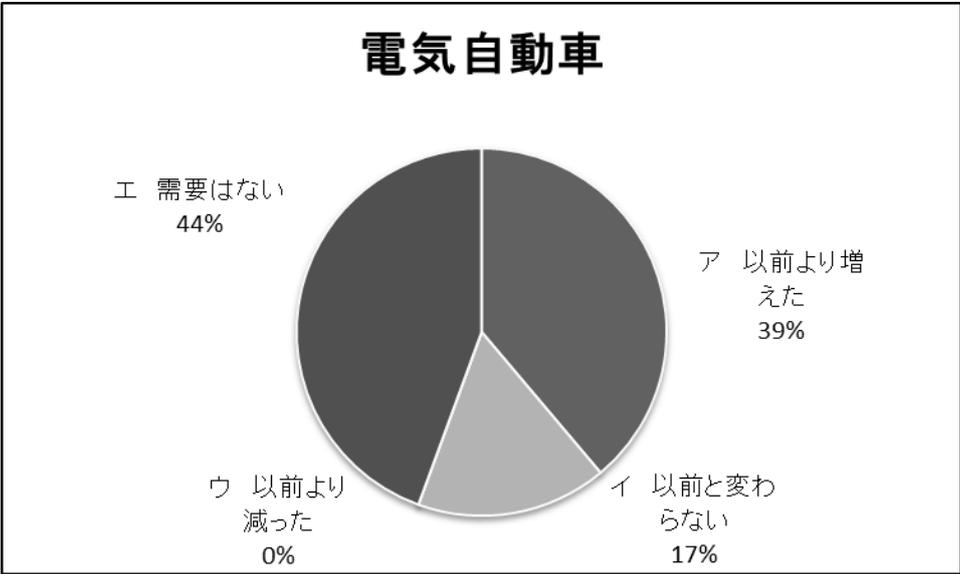
図表 11 ガソリン車の整備需要の状況



図表 12 ディーゼル車の整備需要の状況



図表 13 ハイブリッド車の整備需要の状況



図表 14 電気自動車の整備需要の状況

なお、自由記述欄に以下のようなコメントがあった。

- ・ ディーゼル及び電気自動車はまだ取扱いをしていない。ハイブリッド車は、格段と増した。
- ・ 採算性というよりステイタス性でハイブリッドを購入する方が増えました。（通勤もない専業主婦の方など・・・）
- ・ 南相馬市鹿島区は原発から 30km 圏外で仮設住宅が集中。その為需要増。2 店舗運営しているが原町日の出町店（原発から 22Km）が震災以来休業中でそこを利用していたお客様の利用もあり。

ハイブリッド車の整備需要、及び全体的な整備需要が増加している背景がわかる。

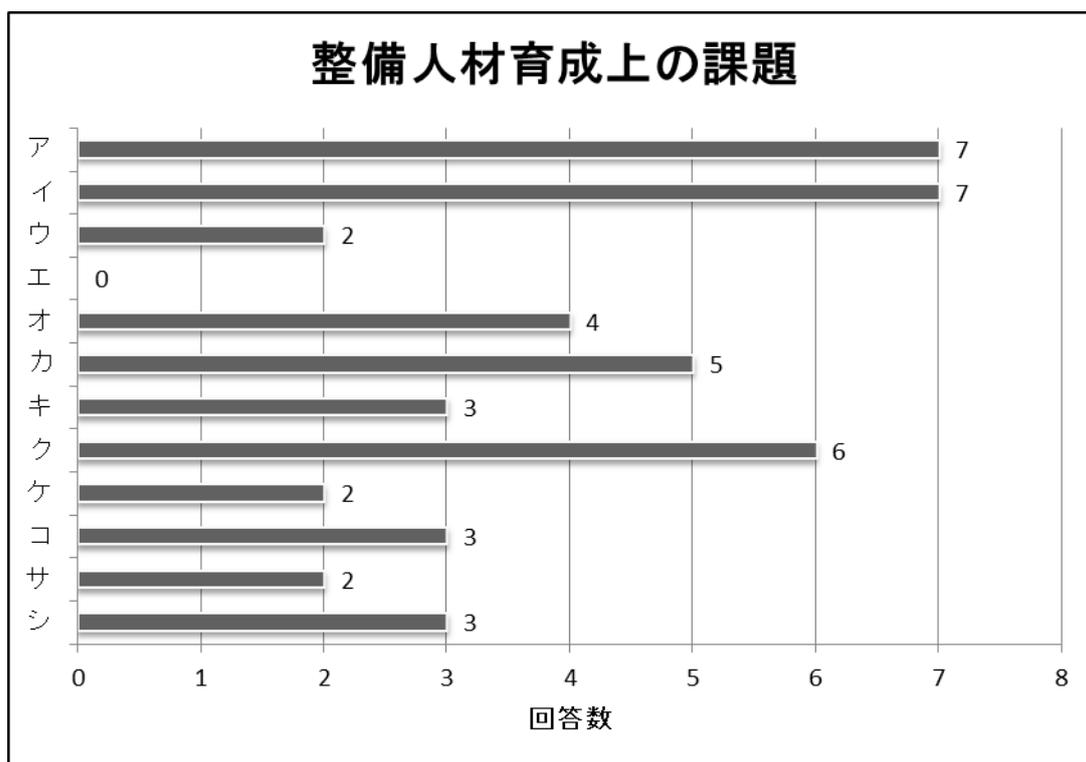
2.2.2 整備人材育成上の課題

次世代自動車の普及に伴う、整備人材育成上の課題について質問した。課題として、「時間不足」と「対応できる指導者が少ない／いない」を上げた回答が7件で最も多かった。次に多かったのは「次世代自動車の整備に対応した国家資格がない」で6件である。以下、「内容が高度になり、社員に指導することが難しい」が5件、「対応できる設備や機材の導入が困難」が4件と続く。「対応できる指導者が少ない／いない」が最も多かったのは養成施設のアンケートと同様であるが、「対応した国家資格がない」という回答が比較的多かったのは対照的である。なお、「その他」に記述された内容は以下の通りである。

- ・ ハイブリットについての教育を「メーカー」主導で行なっている。
- ・ メーカー（メルセデス・ベンツ）の行なっているトレーニングに参加

選択肢	回答数
ア 時間不足	7
イ 対応できる指導者が少ない／いない	7
ウ 対応できる教材の導入が困難	2
エ 対応できる実習車の導入が困難	0
オ 対応できる設備や機材の導入が困難	4
カ 内容が高度になり、社員に指導することが難しい	5
キ 社員の次世代自動車に対するモチベーションが低い	3
ク 次世代自動車の整備に対応した国家資格がない	6
ケ 次世代自動車の整備に対応した標準的な教育プログラムがない	2
コ 次世代自動車に関する情報が入手しにくい	3
サ その他	2
シ 特になし	3

※複数回答



図表 15 整備人材育成上の課題

「時間不足」とともに「指導者不足」を挙げる回答が多かった。「実習車の導入」を課題に挙げている回答はなかった一方で、「対応した教材の導入」「対応した設備や施設の導入」を課題に挙げている回答がやや見られた。「次世代自動車に関する情報が入手しにくい」という回答も少ないが挙げられており、自由記述にあるような「メーカー主導の教育」が、ディーラーや整備工場の整備人材育成に多少の影響を及ぼしていることが考えられる。

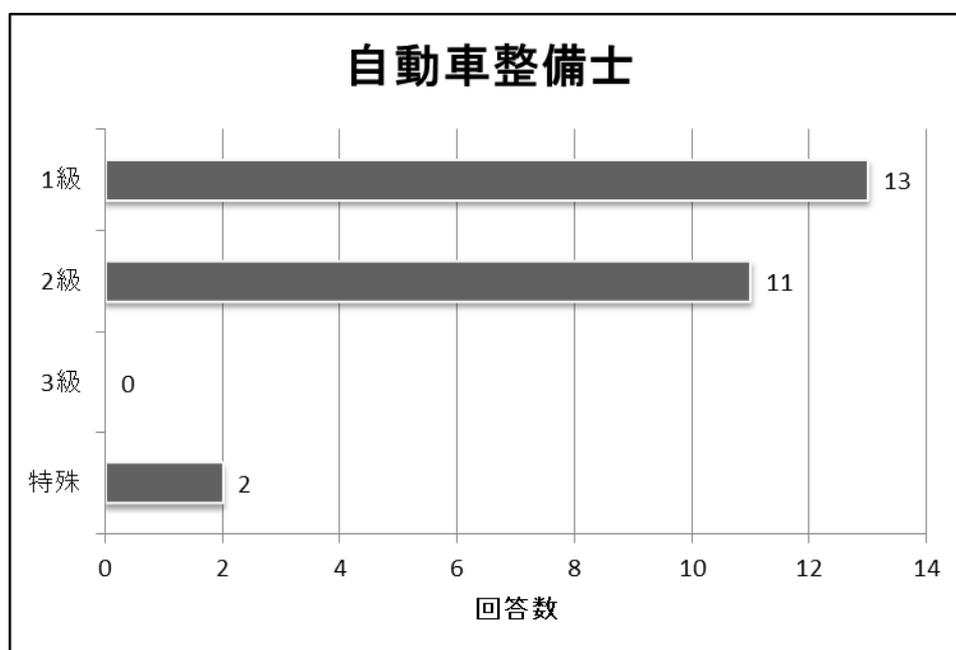
2.2.3 次世代自動車の整備人材に必要な資格

次世代自動車の整備人材に必要な資格について質問した。現在、対応した国家資格レベルの資格はないため、自動車整備士資格（1級、2級、3級、特殊）、及び電気系資格（電気工事士、電気主任技術者（電験））を選択肢とした。なお、低圧電気取扱特別教育を修了していることは、ハイブリッド車や電気自動車の整備を行う上で必須とされているため、選択肢には載せなかった。また、自由記述欄も設けた。

自動車整備士資格では、1級が13件、2級が11件、特殊が2件という回答であった。1級と2級の両方を選択している回答は8件であり、全体の4割に達した。級だけでなく、車種等の選択肢も設けたが、2級でガソリンという回答が2件と、特殊でタイヤ、電装、車体の全てを選択している回答が1件あったのみであった。

級	回答数
1級	13
2級	11
3級	0
特殊	2

※複数回答



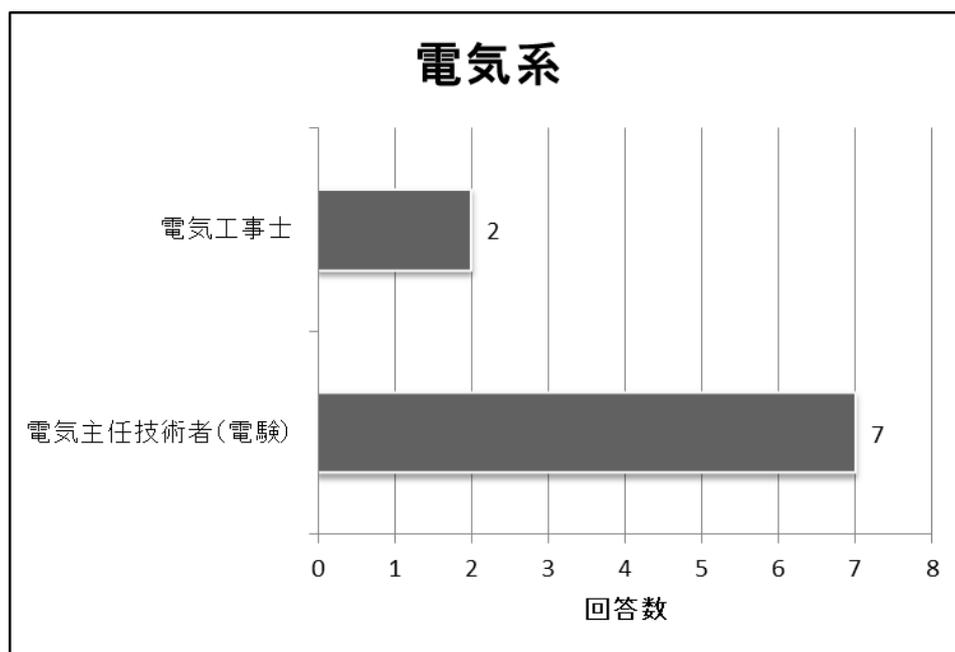
図表 16 次世代自動車の整備人材に必要な資格（自動車整備士）

一方、電気系の資格では、電気工事士が2件、電気主任技術者（電験）が7件という回

答であった。種別の選択肢も設けたが、電気工事士で第一種を選択し、同時に、電気主任技術者で第一種を選択している回答がが1件であった。

資格	回答数
電気工事士	2
電気主任技術者（電験）	7

※複数回答



図表 17 次世代自動車の整備人材に必要な資格（電気系）

また、自由記述欄には以下のような回答があった。

- ・ 電気系はまだ不明
- ・ 整備人材と資格には直接関係はないと考えているので特になし。

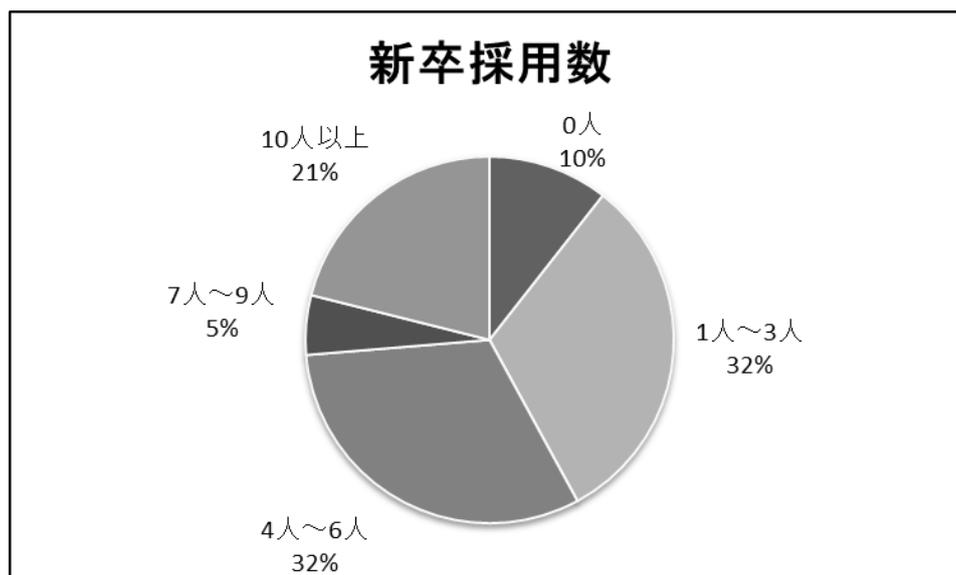
電気系の回答が少なかったことから、電気系資格と自動車整備人材との関わりは不明であるという意見や、特に関係はないという考えが多いことが予想できる。

2.2.4 近年の年間採用人数

近年の年間採用人数を、新卒・中途別に質問した。

新卒採用人数では、10人以下であるという回答が15件で8割を超える。新卒採用なしという回答も1割(2件)あった。一方で、10人以上という回答は4件で、内3件は10人台であるが、80人という回答も1件あった。

新卒採用人数	回答数
0人	2 (10%)
1人～3人	6 (32%)
4人～6人	6 (32%)
7人～9人	1 (5%)
10人以上	4 (21%)

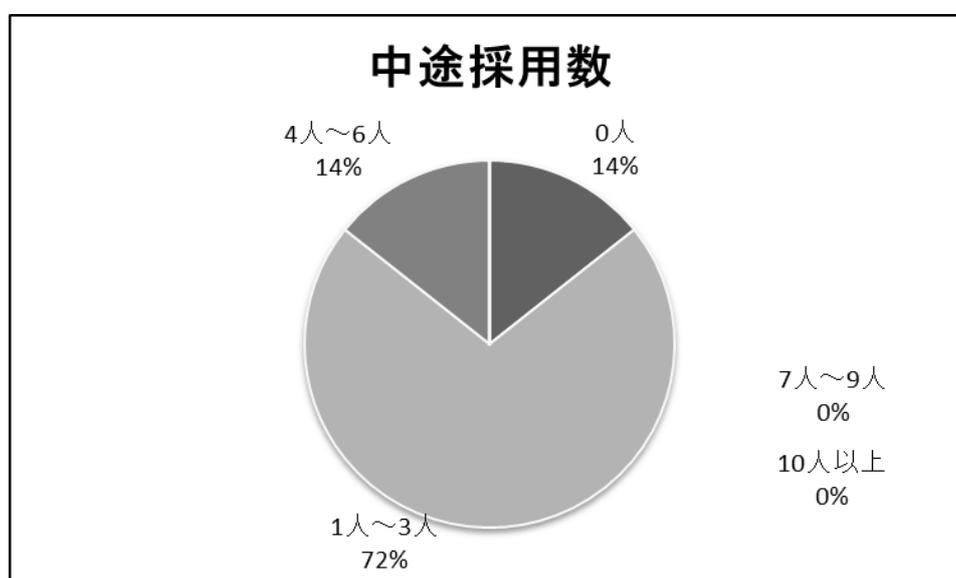


図表 18 新卒採用人数

中途採用では、1人～3人という回答が10人で7割を超えた。残りは0人と4人～6人で、いずれも2人ずつであった。なお、無回答及び不明という回答が5件ある。

中途採用人数	回答数
0人	2 (14%)
1人～3人	10 (72%)
4人～6人	2 (14%)
7人～9人	0 (0%)
10人以上	0 (0%)

※無回答・不明 5件



図表 19 中途採用人数

新卒、中途、いずれも採用人数は少ないが、新卒採用の方がやや多い傾向にある。

また、採用した人材の最終学歴について、大卒：専門学校卒：高卒の割合を質問している。その結果、専門学校卒が 100%という回答が 6 件あった。回答のあった 18 件を列記すると、以下の表のようになる。なお、以下の表は回答のあった数値をそのまま記載しているため、割合の表記の仕方が企業によって異なる。

企業	大卒	専門学校卒	高卒
企業 1	5	95	0
企業 2	0	1	0
企業 3	50	50	0
企業 4	7	0	3
企業 5	0	100	0
企業 6	0	100	0
企業 7	0	0	1
企業 8	0	8	2
企業 9	2	8	0
企業 10	4	3	3
企業 11	1	9	0
企業 12	0	100	0
企業 13	0	100	0
企業 14	0	6	2
企業 15	0	10	0
企業 16	5	4	1
企業 17	13	2	0
企業 18	2	2	6

図表 20 最終学歴の割合

この表によると、概ね専門学校卒を多く採用している企業が多いことがわかる。大卒と高卒では、大卒を多く採用している企業が多い。

2.2.5 入社時に必要だと考えている知識や技術

自動車整備人材にとって、入社時に必要だと考えている知識や技術を自由記述形式で質問した。すると、以下のような回答が寄せられた。

- ・ 社会人としての心得。「2級」
- ・ 職人気質のような考えで入社してくる方が少ないです。やはり技術を身につけようとしなない人はなかなか延びません
- ・ 2級（ガソリン・ディーゼル）資格があれば十分であると考えており、EV や HV 車の整備技術及び検査員資格の取得に関する指導は従来から行なってきたので、入社時だけの問題だけではない。
- ・ 基礎工学
- ・ 整備であれば2級以上。知識や技術の前に挨拶と返事、素直さが不可欠!!
- ・ CP 対応能力
- ・ 12ヶ月点検、車検整備で受け入れから記録等作成までの知識
- ・ 車の機能と構造に関する基礎知識と実際現場で役立つ整備作業の知識。この辺は最低限必要です。
- ・ 基本的な構造・作動・名称。電気の基礎知識（オームの法則）
- ・ 道徳と向上心。
- ・ 最低限2級資格があれば大丈夫です。
- ・ 二級整備士、電気関係の資格
- ・ ガソリン、ディーゼル、整備士2級
- ・ 専門的な技術や知識（電気自動車は真に必要な）

記載された回答には、難しい専門知識を求める意見は少なく、基礎的、基本的な知識や技術を求める声が多い。資格を明記しているものは全て2級で十分という意見であった。また、自動車整備士としての専門的な知識や技術に加え、社会人としての心得や職人気質、挨拶、返事、素直さ、といった、働く姿勢や人間性を求める声もある。

2.2.6 専門学校の教育内容に求めること

専門学校の教育内容に求めることについて、自由記述形式で質問した。すると、以下のような回答が寄せられた。

- ・ 接客と一般常識
- ・ 技術は入社してからで良いのでしっかりと基本を中心に教育いただければ良いと思います。
- ・ EV や HV の専門的知識やスキャンツール使用の整備技術をカリキュラムに取り込んだ授業内容にしていただきたい。(2 級整備士取得過程-2 年間)
- ・ 技術的な事は現場の方が先行しているので覚えてきた事は過去の事になりやすい。もっとサービスというソフトを教育してほしい。
- ・ 設問 5 に同じ。知識・技術の前に教育して下さい。
- ・ HV、EV の整備技術の増強。CP 対応力。
- ・ 一級整備士（検査員資格）資格の人材を育成していただきたいと思います。定時制校を導入して頂きたいと思います。
- ・ 設問 5 で答えた様な車の機能と構造に関する基礎知識と実際現場で役立つ整備作業の知識をしっかりと習得させて欲しい。また実習等に多く実整備を取り入れて欲しい。
- ・ 「人と話す力」を高めてほしい。コミュニケーションを図れなければお客様だけでなく、社内においてもより良い人間関係を築くことができないと思っております。
- ・ 実技の技術力。最低限の国家資格の取得レベルの知識。
- ・ 特になし
- ・ HV、EV の技術。

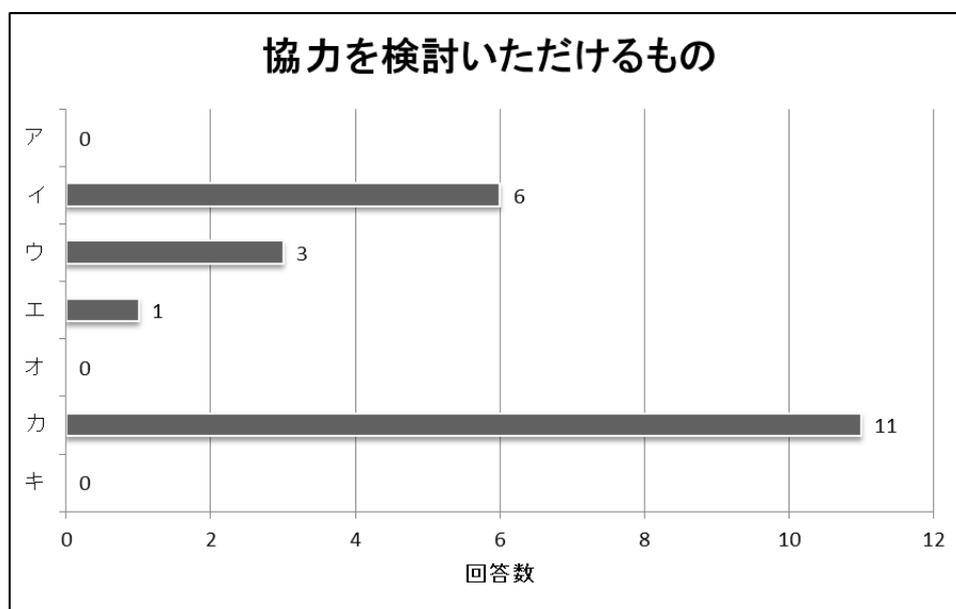
専門学校の教育内容に求めることは、技術的な内容と、働く姿勢や人間性、コミュニケーションに関する内容とに分かれた。技術的な内容には、EV や HV の専門的知識やスキャンツールといった、より専門的な内容が含まれる。また、前問の「入社時に求める知識や技術」では自動車整備士資格は 2 級で十分という意見が多かったが、本問では 1 級を求める意見があった。さらに、整備の実技を求める声もある。

2.2.7 専門学校との連携についてご協力を検討いただけるもの

専門学校との連携についてご協力を検討いただけるものを質問した。「インターンシップの受け入れ」が最も多く、11件であった。以下、「単発の講演」が6件、「資料・技術提供」が3件、「実習用車両の貸し出し」が1件であった。「連続した講座の講師派遣」及び「テキストの開発」「特になし」は回答がなかった。また、2件は「不明」「本社にお問い合わせください」というものであった。

選択肢	回答数
ア 連続した講座の講師派遣	0
イ 単発の講演	6
ウ 資料・技術提供	3
エ 実習用車両の貸し出し	1
オ テキストの開発	0
カ インターンシップの受け入れ	11
キ 特になし	0

※複数回答



図表 21 専門学校との連携についてご協力を検討いただけるもの

インターンシップの受け入れに関しては協力的な企業が多く、今後の協力体制を検討していく必要がある。

2.2.8 次世代自動車の普及に伴う今後の展開(人材育成、サービス展開、等)

次世代自動車の普及に伴う今後の展開について、自由記述形式で質問した。すると、以下のような回答が寄せられた。

- ・ 電気系と対する教育。
- ・ 本田技術と連携して勉強会を実施。(新型車導入時、新システム導入時など定期的に実施してます。)
- ・ 電気自動車が一般消費者に普及していくのは、これから何年も先ですし、まずはHVの整備技術を確立していく事や先決事項だと考えております。その為に今現在使用しているスキャンツール 2 台から今年、国の方から補助金が出てくると思われるので3台にしようと考えております。
- ・ メーカーから提供される教育プログラムを活用。
- ・ 計画的教育。自動車保険会社の教育プログラム等使用。
- ・ メルセデス・ベンツの販売していく車両のトレーニングをメーカ指示で行なっていく予定です。
- ・ 人材育成を強化する。技術専門学校に定時制校を考えて頂きたいと思います。
- ・ 現在、入社 2 年目を対象に HV 車に関する基礎知識的な講習を行っています。今後さらに年次別の技術講習を行っていく予定です。
- ・ メーカーの開催する EV 関係教育講座へ派遣して行く、当社の販店規模により最低 1~2 名受講出来る様にする。
- ・ 試験的に電気自動車もレンタル資産として導入しているほか、ハイブリッドのトラックなど、多数導入しています。今後も割合は増える見込み。
- ・ 未定。
- ・ メーカーでの研修等も始まっており、展開を進めている最中です。
- ・ 展開を検討中。
- ・ 日産自動車(株)からの指示による。

次世代自動車に対応した人材育成に取り組んでいくという回答が多い。サービス展開でも、ハイブリッド車を導入するという意見がある。

2.2.9 次世代自動車やその整備に関すること、震災からの復興との関わり等(自由意見)

最後に、次世代自動車やその整備に関すること、震災からの復興との関わり等について、自由意見を求めた。以下のような回答が寄せられた。

- ・ 自動車産業全体としての状況を考えながら次世代（特に電気自動車）への展開のスピード。
- ・ 次世代自動車の普及は増々、増加すると思います。その中で常に勉強していく姿勢をとらせる事が大事な事ではないかと思います。
- ・ 震災前に地元大学（明星大学）の先生と中古車へのガソリンエンジンからEVへのスワップを試みていたが、震災により止まってしまった。
- ・ 震災を機にエネルギー問題に世論が敏感でありHV・EV等の需要は増々ふえる。加えて代替サイクルは伸びるだろう。HV・EVの耐久性と信頼性が求められディーラーメンテナンスの技術力が求められる。
- ・ 技術者の養成が不可欠かと考えます。幅広く技術者を受入れて頂き、育成するためには、定時制専門校（技専校）が必要だと思います。ぜひ技専校（定時制）を作って頂きたいと思います。その方法は努力すれば見出せると思います。（例えばディーラーなどと協力して行けば・・・）
- ・ ①重整備に対する設備投資が困難？ ②充電設備の充実、小型又は軽クラスの車両を充実出来れば。
- ・ 水素、エタノールなど、今後取引先のニーズも考慮しながら導入を検討していくことになると思いますが、レンタル業なので、即応にはならないのではないかと思います。ただ、専門的な知識を有した学生（人材）が必要になることはまちがいありません。
- ・ 特になし
- ・ 状況によってはPS（パワーステーション）を活用した電気供給

次世代自動車の普及がさらに進むという意見や、人材育成の重要性を指摘する意見が多い。

2.3 ディーラー・整備工場等を対象とした調査のまとめ

次世代自動車の整備需要は、ハイブリッド車で9割近く、電気自動車で4割近くが、増加したという回答であった。その一方で、次世代自動車に対応した整備人材育成での課題では、「時間不足」「指導者不足」を挙げる回答が多かった。

次世代自動車に対応した整備人材に求める資格としては、自動車整備士では「1級」を求める意見が多い。「2級」で十分という意見も、自由記述で見られた。電気系の資格は回答が少なかったが、「電気主任技術者（電験）」を求める意見が比較的多い。

入社時に求める知識や技術は、「基礎工学」や「車の構造」等の専門的な内容に加え、「挨拶」や「返事」といった、働く姿勢や人間性、コミュニケーション能力を挙げる意見も多い。また、専門学校の教育内容に求めることでは、電気自動車やハイブリッド車の整備技術といった専門的な内容と、コミュニケーション能力や働く姿勢を求める意見とに分かれた。

専門学校との連携では、「インターンシップの受け入れ」を検討するという意見が半数以上に上った。一方で、「連続した講座の講師派遣」や「テキスト開発」は回答がなかった。

以上のことから、次世代自動車に対応した自動車整備人材を育成するためには、次世代自動車に関わる知識や技術を指導することは勿論、コミュニケーション能力も重要となってくる。また、インターンシップを中心とした企業との連携も視野に入れて教育プログラムの開発を行う必要があることが判断できる。

第3章 海外の自動車整備士と次世代自動車の整備人材に関する調査

次世代自動車は、日本国内だけでなく、海外でも普及が進んでいる。そのため、これらの自動車に対応した自動車整備士人材の需要も高まっていること、またそれに対応した取り組みが行われていることが考えられる。そこで、本事業におけるカリキュラム開発の参考にするために、特に米国を中心に、自動車整備士の現状や次世代自動車の整備人材の育成等に関する内容の情報収集を、インターネットの利用や文献調査等により行った。

3.1 米国の自動車整備産業の教育と雇用課題

標準化されたカリキュラムの開発や産業界が認証する訓練プログラムが最重要とされているが、国家試験レベルのライセンスはなく、州別の自動車整備士資格が、それぞれの州の規制に合わせて設けられている。州によっては、別の州の資格とも互換性がある。

また、車の修理はますますハイテクノロジー化し、整備士のスキルや知識として電子やコンピュータ制御システムが求められてきている。複数台の自動車を所有する家庭が増える一方で、熟練した整備士の高齢化に伴い整備士が不足し、雇用需要が拡大すると米国労働省は見込んでいる。

3.1.1 自動車整備士を養成する教育機関

主な教育機関としては、職業訓練学校、高校、専門学校が挙げられる。いずれかにて正式な訓練を受けると、就職に有利であるとされている。特に、高校卒業後のコミュニティカレッジ¹³では2年間で準学士号（2-year associate's degree）が取得可能である。

3.1.2 高校での教育

高校では履修科目の他に、通常、キャリアのための準備をするプログラムが最後の6ヶ月間で行われる。将来の職業を念頭に置いた教育プログラムであり、教室での授業と実践を通して学習する。集中的に特定のスキルを身につける短期認定プログラムもある。

3.1.3 コミュニティカレッジでの教育

コミュニティカレッジでは、2年間の課程で準学士号を取得できる。自動車整備士のコースには通常、数学、コンピュータ、エレクトロニクス、自動車修理等が含まれる。最新のプログラムでは、顧客サービス等、その他の必要なスキルのクラスが追加されている。

自動車メーカーやディーラーは、2年間の準学士プログラムを積極的に後援している。学生は経験豊富な技術者の指導の下、サービスショップなどでフルタイムの勤務を交替で経験し、より実践的な教育を受けることができる。

¹³ 職業教育や、次の高等教育への準備段階を担う、専門学校・短期大学に位置づけられる学校種

3.2 ミシガン州の自動車整備士資格

米国では、州によって規制は異なるが、自動車修理・整備事業において、乗用車やトラック、電動車両に特化した専門認定資格を取得しなければならない。州ごとに自動車整備士の資格は異なるが、本節では、全米一の自動車工業都市として発展したデトロイトのある、ミシガン州における自動車整備士資格に関する情報をまとめた。

3.2.1 ミシガン州の自動車整備士資格の制度

ミシガン州では、20種類の分野の中から1つ以上の分野で認定試験に合格すると、自動車整備士資格を取得することができる。以下は、その中の主な分野である。

エンジン修理
エンジンチューンアップと性能
フロント・エンド・サスペンション・ステアリングシステム
ブレーキとブレーキシステム
オートマチックトランスミッション
マニュアルトランスミッション・フロント及びリアドライブアクセル
電気システム
暖房とエアコンディショニング

図表 22 ミシガン州における自動車整備士資格に含まれる主な分野

認定試験に合格後、所定の書類を提出し、証明書の発行を受ける。この書類には、学歴、過去の経験、認定分野に関する質問等が記載されている。

認定試験の受験料は6ドル、出願料25ドルと定められている。また、証明書の発行は別料金となる。

3.3 米国における自動車整備士のスキル認定

米国における自動車整備士のスキル認定の代表として、ASE と T-TEN に関する内容を以下にまとめる。

3.3.1 ASE 認定資格テスト

米国内におけるもっとも代表的な自動車整備士認定資格テストは ASE である。1972 年に設立された全米優良自動車サービス協会 (National Institute for Automotive Service Excellence) の頭文字をとったもので、自動車産業および自動車サービス業界内では広く認知されている。既に自動車整備士としてのキャリアを積んでいる人材を対象に、そのスキルを認定するものである。米国内における車両の修理およびサービスの質を向上させることを使命とする認定資格テストを実施する機関の名称でもあり、自動車修理およびサービス業のプロフェッショナルとして米国内外で活躍する 42 万人以上が ASE の認定する資格を取得している。

ASE 受験資格として専門の教育課程の修了が必要である。また ASE に合格後、認定されるには実務経験 2 年以上が必要である。さらに、認定者は 5 年ごとに資格を維持するための再テストを受験しなければならない。認定分野は Automobile Technicians (自動車整備士) 以外に 375,000 項目が設けられている。認定資格テストは、年に 2 回実施される CBT¹⁴ のテストセンター形式で、カナダ・メキシコ・南米でも試験が行われている。認定者と事業者には ASE ブルーシールが与えられ、米国内の消費者は、シールがあることで、メンテナンスショップを選ぶ一つの目安としている。

3.3.1.1 ASE で認定される分野

ASE 認定された整備士は、高い能力を発揮し、通常より高い賃金を得ている。雇用主の多くも、ASE 認定を持っている者を人材として求める傾向にある。

以下は、ASE で認定される主な分野である。

¹⁴ Computer Based Testing。コンピュータ上でテストを受験する方式。

オートマチックトランスミッション・トランスアクスル
ブレーキ
電気・電子システム
エンジン性能
エンジン修理
暖房、エアコン
マニュアルドライブトレイン・車軸
サスペンション
ステアリング

図表 23 ASE 認定される主な分野

各分野において、最低 2 年間の技術者としての経験（関連する学校教育での 1 年間を経験に含めることも可能）を持った上で、試験に合格する必要がある。上位資格のマスター自動車技術者になるためには、全 8 試験に合格しなければならない。

3.3.1.2 ASE で特に求められるスキル

特に求められるスキルとして、以下の 6 点が挙げられている。

スキル	理由
顧客対応	自動車の問題について顧客と話をする場面で、顧客の希望を叶え、選択肢を用意したり、議論をしたりする必要があるため。
几帳面さ	機械や電子に関する誤作動が起きた際の原因の多くは、単純ミスやケアレスミスによるものであるため。
手先の器用さ	エンジン部品を分解したり、部品を組み上げたり、工具を使用したりなど、整備士が行う多くの作業が、確実な手と目の連動を必要とするため。
メカニカルスキル	エンジン部品やシステムを熟知していること、その相互作用に関する知識が求められる。修理や整備のために主要な部分を分解し、適切に部品を戻すことができないため。
テクニカルスキル	エンジン、システム、部品に高度な診断機器を使用し、電子制御システムとその修正、維持に必要なツールに精通している必要があるため。
トラブルシューティングスキル	近年ますます複雑になる機械や電子システムの問題を特定し解決することが求められているため。

図表 24 ASE で特に求められるスキル

3.3.1.3 ASE 産業教育連盟 (ASE Industry Education Alliance)

ASE 産業教育連盟 (ASE の傘下のグループ) とは、技術を駆使した車両のサービス分野において、常に進化と変化に対応するための最高の教育とトレーニング、認定プログラムに取り組む自動車整備士や技術者をサポートする組織である。国立自動車技術教育財団 (NATEF)、自動車青少年教育システム (YES)、自動車整備学教師の北米協議会 (NACAT)、自動車トレーニングマネージャー会議 (ATMC) による取り組みを行っている。各組織には、資格のある技術者を確保し、全米において同基準を提供することによって、有資格労働者を見つけることができ、彼らに専門知識を提供し、有用なトレーニングを行っている。各組織との提携により、自動車整備業界として、教育水準、学校から就職へのプログラム、講師のサポート、働く整備士・技術者のための継続的な開発研修と業界の教育水準の指標をもって、技術的なキャリアを選ぶ個人を生涯サポートすることができる仕組みである。産業と教育の間の円滑な雇用ニーズを満たすために、現在および将来のキャリア開発を維持するために利用できる知見を確保している。

3.3.1.4 ASE 産業教育連盟の役割

ASE のテストや、技術者と自動車サービスの専門家の認定、及び、全米自動車技術者教育財団 (NATEF) による高校および職業大学校、高度な自動車、衝突修理/補修、重/中型トラック (ディーゼル) の教育プログラムの認定を行っている。自動車青少年教育システム (YES) による各地方の学校レベルでのキャリア探索と実務作業を伴う学習体験を作成するために、ビジネスと教育の提携に頼らず、高校で自動車技術を学ぶ学生のために、キャリア準備への経路を用意する役割を担っている。自動車技術関連の教師の北米評議会 (NACAT) による、そのメンバーの技術的・専門的能力の開発や、自動車技術関連の教師のネットワークや、オートモーティブ・トレーニングマネージャー・カウンシル (ATMC) による効果的なトレーニングの実践、自動車サービス市場への新技術やドライブインサービストレーニングプログラムの提供等を行っている。

3.3.1.5 自動車青少年教育システム (YES)

自動車整備業界において、ビジネスと教育のパートナーシップを築いている非営利組織である。国家レベルで、自動車ディーラーやアフターサービスの雇用主と、高校で自動車技術を学ぶ学生の技術や雇用機会を、地域で底上げすることを目的としている。自動車、サービスプロバイダ、ディーラーや小売業界団体と連携し、教育と労働条件について協議されている。ビジネスパートナーには、車両、部品、工具、機器メーカーや、BMW 等の大手企業が含まれる。組織の目的は、キャリアに対応し、入門レベルの教育プログラムを開発することである。自動車整備士や技術者として、高校で自動車技術を学ぶ学生に、やりがいや、自動車整備士としてのキャリアを探る機会とガイダンスを提示し、学習と発展、成功のために必要な技術的・学術的に、就職して戦力となるためのスキルを訓練するツ-

ルとサポートを提供している。また資格のある高校の後輩には、YES への参加招待制度がある。当該高校には、必要なアカデミックコースがあり、学生には、基本的な自動車技術、衝突修理、補修、ディーゼル技術のコースが用意されている。なお、雇用される際に求められるスキル（例えば、信頼性、前向きな姿勢、チームワークの精神）の強化もカリキュラムに含まれている。

通常、対象学生は、ジュニアとシニアの間で、夏季にフルタイムでインターンシップを開始する。メンター（経験豊富な技術者）の指導の下で、貴重な従業員として、新しく身につけるスキルと、既に身につけているスキルの両方を訓練することができる。高校を卒業し、YES のカリキュラムを修了すると、参加した学生は、フルタイムで雇用される機会や、自動車整備技術教育をさらに受ける選択肢も用意されている。

YES は、継続的に専門能力を開発する教育プログラムを設計することに加え、参加企業の多くは、メーカーがサポートしている大学レベルのプログラムで学生を後援している。GM、トヨタ、ホンダ、クライスラー、BMW、メルセデスベンツ等が、プログラムを提供している。このような YES のプログラムと製造元が提供する訓練を通じて、学生の専門能力の開発を継続し続けることにより、全国 347 の学校（コミュニティカレッジ）と提携している。

3.3.2 T-TEN

T-TEN とは米国トヨタ（Toyota Motor Sales, U.S.A., Inc.）が承認する、トヨタとレクサスを主軸とした自動車整備士、及び技術者を訓練するプログラムである。北米内にある 1,471 店舗のトヨタとレクサスのカーディーラーへの雇用機会を設け、自動車に関わるキャリア開発、職業能力教育としてのトレーニングプログラムを用意しているものである。ASE 認定を得て経験を積むと、より重い責任とより高い賃金を伴う中間レベルの技術者となることができることと同様に、T-TEN による継続的な学習と実地経験によって、自動車に関する職業能力をより専門性の高いものにすることができる仕組みである。この米国トヨタによる T-TEN のようなメーカーによる認証プログラムにより、自動車整備人材は知識と技術を飛躍的に身につけることができ、トヨタとレクサスの専任技術者としてのキャリアアップも考えることが可能となる。業界内でも広く認知されている。

3.3.2.1 T-TEN プログラム卒業後の進路

トヨタやレクサス、サイオン¹⁵のディーラーでキャリアを積むことができる。米国トヨタでは、生涯学習をサポートしており、教育の機会や職場体験を通してのキャリアアップを奨励している。トヨタ技術者認定には、認定資格を持つ技術者として 4 つのレベルがあり、

¹⁵ 北米におけるトヨタのブランドの 1 つ。Scion。

レクサスの技術者認定には、3つのレベルがある。各レベルでより多く学習することで、次のレベルに進むことができる。ディーラーは、一般的にその技術者のレベルに応じて賃金を決めている。

3.3.2.2 T-TEN プログラムが提供するオプション

T-TEN で学習することにより、以下のような特典がある。

- 2年間の準学士号の証明書
- 2年間の自動車技術教育修了証明書
- プロフェッショナル認定（トヨタやレクサスディーラーへ転職を希望する社会人を対象に、夜間に行われている）

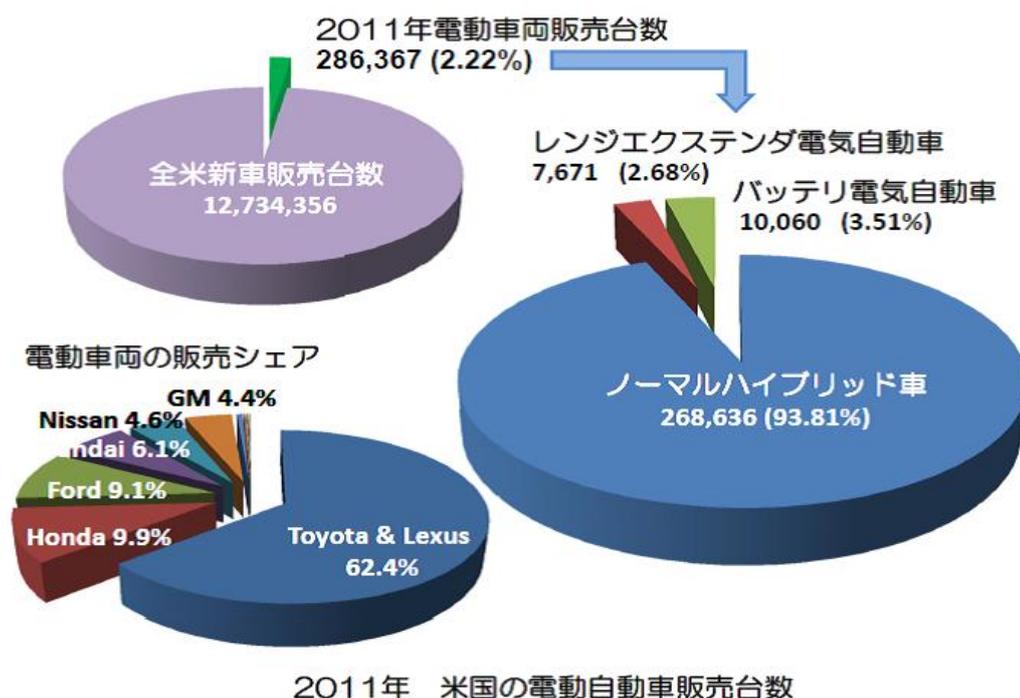
3.4 米国における次世代自動車の動向

3.4.1 米国における次世代自動車の販売台数

2011年における全米の新車販売台数は1,273万4,356台であった。そのうち、ハイブリッド車、プラグインハイブリッド車、電気自動車（以下の図ではこれらをまとめて「電動車両」としている）の販売台数は28万6,367台であり、全体の2.22%になる。

電動車両のうち、26万8,636台はハイブリッド車（非プラグイン）で、電動車両全体の93.81%に相当する。プラグインハイブリッド車（以下の図では「レンジエクステンダ電気自動車」となっている）は7,671台（電動車両の2.68%）、電気自動車（以下の図では「バッテリー電気自動車」）は10,060台（電動車両の3.51%）であった。

電動車両の販売シェアは、トヨタ及びレクサスが62.4%と最も多く、次いで、ホンダ9.9%、フォード9.1%、現代（韓国）6.1%、日産4.6%、GM4.4%であった。



(出典：<http://www.hybridcars.com/>)

図表 25 2011年における米国の次世代自動車販売台数

日本国内では、2012年の登録台数であるが、軽自動車を含む乗用車全体(35万8,686台)のうち、ハイブリッド車は20車種で合計7万5,332台であり、全体の21.0%となる。米国における次世代自動車は、日本と比較すると普及が進んでいないことがわかる。

3.5 米国における次世代自動車に対応した自動車整備士の将来動向

米国において、ハイブリッド車の整備士は「Hybrid Car Technician」と呼ばれる。環境保全の推進とエネルギーの効率化に伴い、急成長する自動車技術として、ハイブリッド車メカニックそのものの需要が増えること、ライセンスや認証、高電圧の電気システムに精通する人材育成及び教育の整備が急務であるとの指摘がなされている。¹⁶一方で、一般米国市民のブログなどでは、電気自動車は購入に際し、初期コストが比較的高いが、メンテナンスコストは最小限であるという意見も見られた。ハイブリッド関連の修理、電池交換がおそらく最も高価であり、ブレーキやボディーワーク、インテリアや空調の作業は、電気自動車の訓練を受ける必要のない技術であること、排気システムやオイル交換などの作業を必要としないことが理由として挙げられている。

3.5.1 ハイブリッド車の整備士に求められるスキル

ハイブリッド車のメンテナンス、修理、点検を行うにあたり、非ハイブリッド車と同じ部品・構造を多く持つハイブリッド車のステアリング機構、油圧ポンプやブレーキシステムなどを修復できることが求められている。車として科学的にも複雑な製造構造であるため、ハイブリッド車の技術者は、ハイブリッド車の詳細なコンピュータ診断作業を行うことも求められている。コンピュータ診断や評価の実施、その仕組みを理解する能力、専門知識、ハイブリッド自動車メーカーやディーラーの知識が不可欠である。

3.5.2 キャリアとハイブリッド車技術の経済における見通し

燃料価格の上昇により、燃費の良い車の需要も増加傾向である。この需要により、自動車ディーラー、自動車製造業、自動車整備・修理工場で働く技術者の需要も増加し、ハイブリッド車専門の整備士・技術者としてより多くの雇用機会を生み出している。米国労働統計局では、整備士・技術者の年間平均給与を 31,200 ドルと見込んでいる。

¹⁶ エデュケーションポータル：

http://education-portal.com/articles/Hybrid_Car_Technician_Job_Outlook_and_Requirements_for_a_Career_in_Hybrid_Car_Technology.html

3.6 各国の自動車整備に関する現状

参考までに、各国の車検と自動車整備に関する規制、及び、自動車市場の規模とその特性をまとめた。

3.6.1 各国の車検と自動車整備に関する規制

自動車の検査・点検制度（自動車の整備に関する規制）では、日本及び EU は検査項目の内容や受検期間等の違いはあるが、自動車の保安上の観点から、車検を義務付けている。米国は、連邦政府は車検を規定していないが、各州に車検の実施を推奨し、一部の州が車検を義務付けている。

自動車の整備事業にかかわる規制では、日本及びドイツ、フランスでは、自動車整備事業を行うには、保安上の観点から定められた基準を満たした上で開業の許可を得なければならない。米国では連邦レベルでの規定はないが、一部の州では、整備事業者の基準を定め、事前に登録することを義務付けている。他方、英国では、自動車整備事業に対する規制はないが、車検を行う場合は、保安上の観点から定められた基準を満たす整備事業者に認定が与えられる。

	米国	EU	ドイツ・フランス	英国
車検の義務	一部の州でのみ義務あり	車検義務あり	車検義務あり	車検義務あり
自動車整備の事業者に対する規制	一部の州でのみ基準と事前登録が必要	自動車整備事業を行う為の開業許可が必要	指定技術検査所、または認定検査機関の検査人が整備工場に出向いて検査する	規制はなし 車検を行う事業者へ基準を満たした場合認定あり
技術基準への適合確認	補修用部品の技術基準や車体への適合は自己認証	公的な認証制度あり	県に認可された認定車検センターが検査を行う	

図表 26 各国の車検と自動車整備に関する規制

3.6.2 各国の自動車市場の規模と特性

自動車整備需要を考える際の参考として、車齢が 10 年を超えると補修部品の交換需要が増えるといわれている。下記によると、日本においては車齢 10 年以上の保有台数が全体の 13% であり、交換需要が増える前に廃車されていることが予想される。一方、米国は日常

的に整備が必要な自動車を保有している率が高い。

	乗用車保有台数（万台）	年平均走行距離（km）	車齢 10 年を超える車の保有割合	平均車齢（年）	平均使用年数(年)
日本	4,206	9,896	13%	5.84	9.96
米国	18,319	18,870	40%	8.3	—
英国	2,398	15,116	27%	6.2	—
ドイツ	4,191	12,600	23%	6.75	12
フランス	2,748	14,100	30%	7.5	—

図表 27 各国の自動車市場の規模と特性

第2部 開発報告

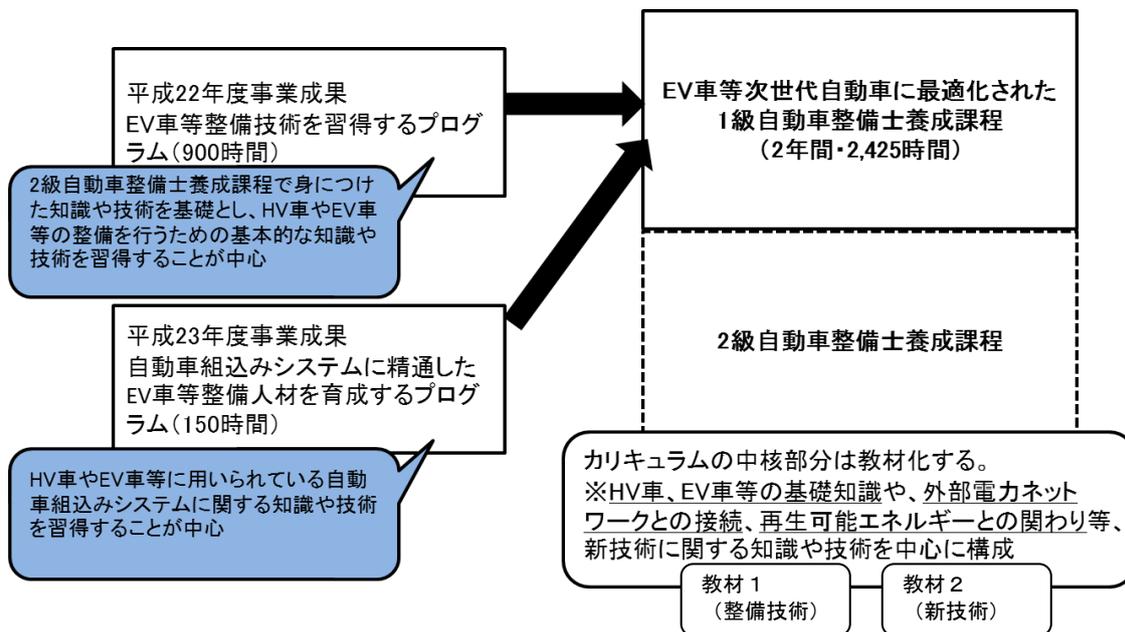
本事業では、調査結果を基に、次世代自動車に最適化された1級自動車整備士の養成プログラムを構築した。以下、開発したカリキュラム、及び中核教材について報告する。

第1章 カリキュラム開発

本事業で開発したカリキュラムは、国土交通省の定める1級自動車整備士養成カリキュラム（2年間・1,800時間）に、次世代自動車に関する内容やスマートグリッド、再生可能エネルギーに関する内容を融合させたものである。但し、単に1,800時間の法定カリキュラムに新たな内容を扱う科目を追加しただけでは、次世代自動車に最適化されたカリキュラムとは言えない。そこで本事業では、1,800時間の法定カリキュラムをベースとし、これまでに本校が取り組んできた文部科学省事業の成果を活用して、新たに2年間・2,425時間のカリキュラム（選択科目を含む）として開発した。

1.1 カリキュラム開発の基本的な考え方

本校は、平成22年度から、ハイブリッド車や電気自動車等の次世代自動車に対応した自動車整備士を養成する教育プログラムの開発に取り組んできた。平成22年度は、文部科学省「産学連携による実践型人材育成事業－専門人材の基礎的教育推進プログラム－として、「電気自動車等の低公害車整備需要の拡大に対応した自動車整備士教育プログラムの研究と開発」に取り組んだ。この事業で開発した教育プログラムは、2級自動車整備士養成課程で身につけた知識や技術を基礎とし、ハイブリッド車や電気自動車等の整備を行うための基本的な知識や技術を習得することが中心である。また、平成23年度は、文部科学省「東日本大震災からの復旧・復興を担う専門人材育成支援事業として、「被災地支援の為に組込みシステムに精通したEV車等整備人材育成」に取り組んだ。この事業では、被災地の自動車整備人材育成を目的とし、ハイブリッド車や電気自動車等に数多く用いられている自動車組込みシステムに関する知識や技術を習得することを中心とした教育プログラムを開発した。これらの事業成果を基に、法定の1級自動車整備士養成カリキュラム1,800時間に次世代自動車に関する内容を融合させ、新たなカリキュラムを開発することが、本事業の目的である。また、カリキュラムの中核部分から実証講座を構成し、それに対応した教材の開発も行った。



図表 28 教育プログラム開発の考え方

1.1.1 法定の1級自動車整備士養成カリキュラム

国土交通省によって定められている1級自動車整備士養成カリキュラム（2年課程）は、以下のようなものである。

教育科目		教育内容	標準時間	
学科	自動車工学	構造・性能学、力学・数学、電気・電子理論、材料学、燃料・潤滑剤、図面学	90	
	自動車整備	エンジン、シャシ、電装、故障原因探求、総合診断、環境保全、安全管理	180	
	機器の構造・取り扱い	整備作業機器、測定機器、検査機器	15	
	自動車検査	検査学	5	
	自動車整備に関する法規	自動車整備法規	10	
			小計	300
実習	工作作業	手仕上げ工作、機械工作	10	
	測定作業	基本計測、応用計測	10	
	自動車整備作業	エンジン整備、シャシ整備、電装整備、故障原因探求	560	
	自動車検査作業	検査作業	20	
			小計	600
実務実習	体験実習	インターンシップ	200	
	評価実習	自動車の点検整備、故障原因探求、総合診断	700	
			小計	900
			合計	1,800

図表 29 法定の1級自動車整備士養成カリキュラム¹⁷

1級自動車整備士養成の一種養成施設として認可を受けるためには、上記のような訓練項目、時間（50分＝1時間とする）が満たされていなければならない。そのため、各自動車整備士養成施設における教育内容は、上記のものをベースとし、それに新たな科目を追加したり、教育方法で工夫したりすることで特徴付けや差別化を図っている。また、授業時間数も、2,000時間以上で実施しているところが多い。

¹⁷ 教育内容は一例であり、資料によって表現は異なる。本表は、本事業に参画している学校法人新潟総合学院 専門学校国際情報工科大学校、及び、学校法人京都中央学院 <専>YIC 京都工科大学校の1級自動車整備士養成カリキュラムを参考に作成した。

1.1.2 カリキュラム開発のプロセス

本事業でのカリキュラム開発は、平成 22 年度、及び平成 23 年度の文部科学省事業の成果であるカリキュラムを精査し、それを基に新たなカリキュラムに組み上げる、という方法で行った。但し、平成 22 年度事業成果のカリキュラムは 1 年間・900 時間分、平成 23 年度事業成果のカリキュラムは短期の 150 時間分のカリキュラムとなっており、これらを法定の 1,800 時間に単純に追加しただけでは、時間数にして 2,850 時間となり、2 年間で実施するのは難しい。また、単純に追加したことで、次世代自動車に最適化されたカリキュラムになるとは考えにくい。そこで、過去の事業成果であるカリキュラムの内容を、法定のカリキュラムに組み入れ、時間数も再検討しながら、カリキュラムの開発を行った。

以下の表は、過去の事業成果であるカリキュラムを精査した結果から、本事業で開発したカリキュラムとの対応付けを行ったものである。なお、以下の表では、便宜上、過去に作成した事業報告書とは項目の見出しを変更している部分がある。

1.1.2.1 平成 22 年度事業成果のカリキュラムとの対応付け

●ハイブリッド車技術 (学科)

科目名	教育内容	時間数	本事業で開発したカリキュラムの該当部分
電磁気学基礎	オームの法則、直流回路、電磁誘導、交流回路、三相交流	30	自動車工学
ハイブリッド車概論	次世代自動車の概要、ハイブリッドシステムの方式、ハイブリッド車の開発動向、ハイブリッド車の主要部品、ハイブリッドシステムの事例	30	自動車工学
モータの基礎知識	モータの概要、モータ構造と特性、モータ制御の基礎知識、同期モータ制御の基礎知識	30	自動車整備
バッテリーの基礎知識	電池の基礎知識、ハイブリッド車で用いられる電池、充放電制御	30	自動車整備
ハイブリッド車整備技術	安全の基本、レスキュー時の取り扱い、事故車の運搬、保護具の取り扱い、ハイブリッド車専用工具・機器の取扱、ハイブリッド車整備技術	120	自動車整備、機器の構造・取り扱い

図表 30 ハイブリッド車技術 (学科) の対応付け

●ハイブリッド車技術（実習）

科目名	教育内容	時間数	本事業で開発したカリキュラムの該当部分
電磁気学基礎実習	オームの法則、直流回路、電磁誘導、交流回路、三相交流	15	整備作業
ハイブリッド車概論実習	ハイブリッドシステム的方式、ハイブリッド車の主要部品	15	整備作業
モータ実習	ライトレースカーロボットの製作	15	工作作業
バッテリー実習	各種バッテリーの特性比較	15	工作作業
ハイブリッド車整備実習	基本的な整備、故障探求	240	整備作業
校外実習	インターンシップ	60	体験実習

図表 31 ハイブリッド車技術（実習）の対応付け

●情報技術（学科）

科目名	教育内容	時間数	本事業で開発したカリキュラムの該当部分
情報技術基礎	基礎理論、ハードウェア技術、ソフトウェア技術、ネットワーク技術、セキュリティ技術	15	情報技術
カー・エレクトロニクス	オーバービュー、ECU のハードウェア、ECU のソフトウェア、カー・ナビゲーションシステム、新技術	15	情報技術

図表 32 情報技術（学科）の対応付け

●情報技術（実習）

科目名	教育内容	時間数	本事業で開発したカリキュラムの該当部分
情報技術実習	基礎理論、ハードウェア技術、ソフトウェア技術、ネットワーク技術、セキュリティ技術、ECU、カー・ナビゲーションシステム、新技術	75	情報技術実習

図表 33 情報技術（実習）の対応付け

●関連技術（学科）

科目名	教育内容	時間数	本事業で開発したカリキュラムの該当部分
ヒューマンスキル	概要、ビジネスコミュニケーション、仕事の実践とビジネスツール、ビジネスの応用事例	60	ヒューマンスキル
独立・開業	独立・開業の概要、事業計画の作成、資金、簿記	45	独立・開業

図表 34 関連技術（学科）の対応付け

●関連技術（実習）

科目名	教育内容	時間数	本事業で開発したカリキュラムの該当部分
ヒューマンスキル実習	ビジネスコミュニケーション、仕事の実践とビジネスツール、ビジネスの応用事例	30	ヒューマンスキル実習
独立・開業実習	インターンシップ	15	独立・開業実習

図表 35 関連技術（実習）の対応付け

1.1.2.2 平成 23 年度事業成果のカリキュラムとの対応付け

●組込みソフトウェア開発のプロセス

科目名	教育内容	時間数	本事業で開発したカリキュラムの該当部分
コンピュータ／組込み概論Ⅰ	情報基礎理論、CPU、OS、ファイル、ネットワーク、ソフトウェアエンジニアリング	講義 10 実習 5	情報技術、情報技術実習
コンピュータ／組込み概論Ⅱ（ソフトウェア）	リアルタイム処理、カーネル、システムコール、割込み処理、デバイスドライバ、マルチタスク、メモリ管理	講義 10 実習 5	情報技術、情報技術実習
コンピュータ／組込み概論Ⅱ（ハードウェア）	電子回路、デジタル回路、メモリ回路、割込み回路、センサ回路、アクチュエータ回路	講義 10 実習 5	情報技術、情報技術実習
組込みシステム開発実習	レゴ・マインドストームによる組込み開発、動作テスト	実習 30	情報技術実習

図表 36 組込みソフトウェア開発のプロセスの対応付け

●自動車組込みシステムの構成

科目名	教育内容	時間数	本事業で開発したカリキュラムの該当部分
自動車組込みシステム総論	自動車組込みシステムの現状、最新動向	講義 6	情報技術
カーエレクトロニクス	磁気、フレミングの法則、交流回路、発電機、モータ、バッテリー	講義 15	自動車工学、情報技術
車載ネットワーク	多重通信システム、通信方式、CSMA/CA 方式、トークンパッシング方式、マスタースレーブ方式、CAN、LIN、FlexRay	講義 15	情報技術
個別技術	オートエアコン用 ECU、オートエアコンの制御、エアコンの構成部品、GPS、経路計算、VICS、カーナビゲーションシステムの開発プロセス	講義 9	自動車工学、自動車整備、情報技術

図表 37 自動車組込みシステムの構成の対応付け

●EV 車等の整備技術

科目名	教育内容	時間数	本事業で開発したカリキュラムの該当部分
EV 車等整備技術総論	HV 車、EV 車、FCV 車、最新動向	講義 6	自動車工学、自動車整備
HV 車整備技術実習	HV 車の整備における注意点、ハイブリッドシステムの停止、ダイアグコード確認、テスタの使用方法	実習 3	自動車整備作業、評価実習
EV 車整備技術実習	EV 車の整備における注意点、整備モード、故障コード	実習 3	自動車整備作業、評価実習
FCV 車整備技術実習	FCV 車の整備における注意点、水素の取り扱い、燃料電池の取り扱い	実習 3	自動車整備作業、評価実習
EV 車等に固有な組み込みシステム	インホイールモータ、メータ類、充電システム、スマートハウス、画像認識システム、センサ技術、最新動向	講義 15	自動車工学、自動車整備、新技術

図表 38 EV 車等の整備技術の対応付け

1.1.3 カリキュラムの実際

前節のように、過去の事業成果のカリキュラムを精査し、新たなカリキュラムへの組み入れ・追加を行った。さらに、次世代自動車に関する最新動向を踏まえ、再生可能エネルギー、スマートグリッド、VtoH、ナルセペダル等の新技術に関する内容も追加して、次世代自動車に最適化された1級自動車整備士養成カリキュラムを開発した。開発したカリキュラムは、法定の1,800時間を拡張した法定科目部分と、それ以外に新たに構成した法定外科目部分とに分類される。法定科目部分が2,080時間、法定外科目部分が345時間の、合計2,425時間である。2,425時間は、2年間ではやや多い時間数である。選択科目である「独立・開業」「独立・開業実習」の合計75時間を除くと2,355時間であり、まだ多い。そのため、法定外科目を中心に、時間数の調整の余地を残している。

以下、開発したカリキュラムを記述する。なお、太字になっている内容が、次世代自動車に関係・対応した部分である。

●法定科目部分

教育科目		教育内容	時間数
学科	自動車工学	構造・性能学、力学・数学、電気・電子理論、材料学、燃料・潤滑剤、図面学、HVの構造、FCVの構造、EVの構造、カーエレクトロニクス	150
	自動車整備	エンジン、シャシ、電装、故障原因探求、総合診断、環境保全、安全管理、モータ、バッテリー、HV整備、FCV整備、EV整備	225
	機器の構造・取り扱い	整備作業機器、測定機器、検査機器	20
	自動車検査	検査学	10
	自動車整備に関する法規	自動車整備法規	15
	小計		
実習	工作作業	手仕上げ工作、機械工作、EV製作実習	45
	測定作業	基本計測、応用計測	15
	自動車整備作業	エンジン整備、シャシ整備、電装整備、故障原因探求、HV整備、FCV整備、EV整備	615
	自動車検査作業	検査作業	25
	小計		
実務実習	体験実習	インターンシップ	230
	評価実習	自動車の点検整備、故障原因探求、総合診断	730
	小計		
		合計	2,080

図表 39 開発したカリキュラム（法定科目部分）

●法定外科目部分

教育科目		教育内容	時間数
関連科目	情報技術	基礎理論、ハードウェア技術、ソフトウェア技術、ネットワーク技術、セキュリティ技術、組込み概論（ハードウェア）、組込み概論（ソフトウェア）、自動車組込みシステム	45
	情報技術実習	組込み開発実習	60
	新技術	再生可能エネルギー、スマートグリッド、自動車との関係、VtoH、ナルセペダル	30
	新技術実習	スマートグリッド実習	30
	ヒューマンスキル	ビジネスコミュニケーション、仕事の実践とビジネスツール、ビジネスへの応用事例	30
	ヒューマンスキル実習	ビジネスコミュニケーション実習、ビジネスツール実習	30
		小計	225
国家試験対策			75
		小計	75
選択科目	独立・開業	独立・開業の概要、事業計画、資金、簿記、経営管理	30
	独立・開業実習	インターンシップ、ケーススタディ	45
		合計	345

図表 40 開発したカリキュラム（法定外科目部分）

1.1.4 教育内容の概要

本節では、前節で述べたカリキュラムの教育内容について、その概要を述べる。但し、法定カリキュラムに含まれる内容に関しては標準的なものがあるので割愛し、ここでは、新たに組み入れた内容、追加した内容のみに留める。

1.1.4.1 自動車工学の内容

- 電気・電子理論
ハイブリッド車の駆動に用いられているバッテリーやモータに関する学習を進めるために必要な、電磁気学に関する基礎知識を学習する。エンジン車では扱わない、200V～600V クラスの電気を扱うことを前提とする。
- HV の構造
ハイブリッドシステムの方式や、開発動向等、ハイブリッド車の概要を学習する。
- FCV の構造
燃料電池自動車の構造や仕組みの基本的な内容を学習する。開発動向等も扱う。
- EV の構造
電気自動車の構造や仕組みの基本的な内容を学習する。開発動向等も扱う。
- カーエレクトロニクス
ECU（電子制御ユニット）やカー・ナビゲーション・システムなど、自動車に利用されている情報機器に関する基本的な知識を学習する。また、CAN や ITS といった、新技術や将来動向も扱う。

1.1.4.2 自動車整備の内容

- モータ
ハイブリッド車や燃料電池自動車、電気自動車を駆動するモータに関し、構造や特性、制御の基礎知識を学習する。
- バッテリー
電池の基礎知識から、各蓄電池の原理や特性、充放電制御の仕組み等を学習する。
- HV 整備
安全の基本、レスキュー時の取り扱い、事故車の運搬、保護具の取り扱い等の、ハイブリッド車の整備作業を行う際に必要な安全対策から、実際の整備作業に関する

る手順や方法、専用工具や機器の扱い方等を学習する。

- **FCV 整備**

安全の基本、レスキュー時の取り扱い、事故車の運搬、保護具の取り扱い等の、燃料電池自動車の整備作業を行う際に必要な安全対策から、実際の整備作業に関する手順や方法、専用工具や機器の扱い方、水素の扱い方、燃料電池の扱い方等を学習する。

- **EV 整備**

安全の基本、レスキュー時の取り扱い、事故車の運搬、保護具の取り扱い等の、電気自動車の整備作業を行う際に必要な安全対策から、実際の整備作業に関する手順や方法、専用工具や機器の扱い方等を学習する。

1.1.4.3 工作作業の内容

- **EV 製作実習**

電気自動車の構造や仕組みを理解するために、電気自動車キットを用いて製作実習を行う。製作した電気自動車を用いたコンテスト形式にし、学生がより積極的に参加できるような工夫を行う。また、実習の中には、モータに関する理解を深めるために、ブラシレス・モータやインバータ・キットを用いたモータ制御実習も含める。

1.1.4.4 自動車整備作業の内容

- **HV 整備**

ハイブリッド車の整備における注意点、ハイブリッドシステムの停止、ダイアグコード確認、テストの使用方法などを確認しながら、実車を用いてハイブリッド車の基本的な整備技術を学習する。

- **FCV 整備**

燃料電池自動車の整備における注意点、水素の取り扱い、燃料電池の取り扱いなどを確認しながら、実車を用いて燃料電池自動車の基本的な整備技術を学習する。

- **EV 整備**

EV 車の整備における注意点、整備モード、故障コードなどを確認しながら、実車を用いて電気自動車の基本的な整備技術を学習する。

1.1.4.5 情報技術の内容

- 基礎理論
コンピュータの歴史や、数とデータ表現、アルゴリズム、ファイル、データベース等、情報技術の基礎的な理論を学習する。

- ハードウェア技術
ハードウェアに関する基本的な知識や技術を学習する。

- ソフトウェア技術
ソフトウェアに関する基本的な知識や技術を学習する。

- ネットワーク技術
ネットワーク、インターネットに関する基本的な知識や技術を学習する。

- セキュリティ技術
セキュリティに関する基本的な知識や技術に加えて、セキュリティを高める意識についても学習する。

- 組込み概論（ハードウェア）
コンピュータシステムを構成するハードウェアについて、その基礎となるデジタル回路からセンサなどの周辺機器について学習する。具体的には、電子回路、デジタル回路、メモリ回路、割込み回路、センサ回路、アクチュエータ回路などを扱う。

- 組込み概論（ソフトウェア）
コンピュータシステムを動作させるソフトウェアについて、汎用機から PC、組込みに共通する用語や概念について学習する。具体的には、リアルタイム処理、カーネル、システムコール、割込み処理、デバイスドライバ、マルチタスク、メモリ管理などを扱う。

- 自動車組込みシステム
自動車組込みシステム現状や最新動向、車載ネットワーク、エアコンやカー・ナビゲーション・システム等の個別の技術について学習する。

1.1.4.6 情報技術実習の内容

- 組込み開発実習

レゴ・マインドストームを用いて、ライントレースカーロボットの製作実習を行う。実習では、簡易言語によるロボットの制御方法を学習し、基本的なロジックを身に付ける。

1.1.4.7 新技術の内容

- 再生可能エネルギー

風力発電や太陽電池などの自然エネルギーについて学習する。また、燃料電池、コジェネレーション、分散発電、ヒートポンプ、蓄熱などの新エネルギーも学習する。さらに、再生可能エネルギーに関連した国の施策、東日本大震災からの復興に関わる内容も扱う。

- スマートグリッド

スマートグリッドの概要から、電力システム、スマートハウス、スマートシティ、関連する国の施策、実証実験の事例を扱う。

- 自動車との関係

再生可能エネルギーやスマートグリッドと、自動車との関係を学習する。国の施策や国際標準化に関する内容も絡め、将来動向についても扱う。

- VtoH

プラグインハイブリッド車や電気自動車等のバッテリーを電源として利用するVtoHに関する内容を学習する。

- ナルセペダル

アクセルとブレーキを1つのペダルで実現するナルセペダルについて、構造や仕組みを学習する。アクセルとブレーキの踏み間違い事故を防ぐ効果があることから、自動車がないと不便な地域が多く、また、高齢者の多い東日本大震災の被災地での生活を支え、復興につなげていくことができるということを強調する。

1.1.4.8 新技術実習の内容

- スマートグリッド実習

スマートグリッドキットを用いて、太陽光発電の実験や、モータの制御実験等を

行い、スマートグリッドの仕組みを学習する。

1.1.4.9 ヒューマンスキルの内容

- ビジネスコミュニケーション
組織の中で業務を行うために、また、顧客の対応のために必要なコミュニケーションスキルを学習する。
- 仕事の実践とビジネスツール
会社の仕組みや業務の流れ、目標設定、スケジュール、問題解決、情報収集・整理等に必要な知識やビジネスツールの利用方法等を学習する。自動車関連業界、自動車整備業界に関する基礎知識も扱う。
- ビジネスへの応用事例
「ビジネスコミュニケーション」「仕事の実践とビジネスツール」で学習した知識や技術がどのようにビジネスに活用・応用できるか、事例を通して学習する。

1.1.4.10 ヒューマンスキル実習

- ビジネスコミュニケーション実習
ビジネスコミュニケーションをグループワーク等で実践し、スキルアップを図る。
- ビジネスツール実習
ビジネスツールの活用・応用方法を、グループワーク等を通して実践し、スキルアップを図る。

1.1.4.11 独立・開業の内容

本科目は選択科目とし、将来、独立して自分で整備工場等を開業する意欲のある学生を対象とする。

- 独立・開業の概要
独立・開業の意義や基本的な流れ、メリットやデメリット、関係法令について学習する。
- 事業計画

ビジネスの設計、アイデア、事業目的、事業背景（市場分析）、事業内容、事業の課題・リスク、事業の目標と戦略、事業の仕組み、事業展開シナリオ、アクションプラン、売上計画、人員計画、財務計画について学習する。

- 資金

独立・開業に必要な資金、運営資金、ビジネスでの金銭面の分析、収益性分析、資金繰り分析、プライベートでの金銭面の分析、収入期待分析、生活コスト分析、資金集めについて学習する。

- 簿記

簿記の基本原則、会計の基本的な知識について学習する。

- 経営管理

上記で学習した知識を基に、経営管理の方法について学習する。

1.1.4.12 独立・開業実習の内容

本科目は選択科目とし、将来、独立して自分で整備工場等を開業する意欲のある学生を対象とする。

- インターンシップの概要

校外の企業において、経営に近いレベルで業務を経験し、独立・開業に必要な知識や技術を高める。

- ケーススタディの概要

独立して開業した事例を通して、独立・開業に必要な知識や技術を学習する。

第2章 教材開発

2.1 開発した教材の概要

本事業では、開発したカリキュラムの中核部分から、主に実証講座で扱う部分の教材を開発した。開発した教材は、以下の通りである。

①『EV 基礎知識テキスト』¹⁸

※教材 1（整備技術）の一部

電気自動車の基礎知識、モータの構造と制御、自動車用電池と充放電制御に関して学習するテキスト（スライド資料）。

②『再生可能エネルギー・スマートグリッド基礎知識テキスト』¹⁹

※教材 2（新技術）の一部

再生可能エネルギー、及びスマートグリッドの基礎知識を学習するテキスト（スライド資料）。

③スマートグリッドキット²⁰

※教材 2（新技術）の一部

ソーラーパネル、モータ、マイコン等からなる部品を組み立て、充放電制御やモータ制御に関する実習を行うキット。

④『ナルセペダルテキスト』²¹

ナルセペダルの基本的な構造や仕組みを学習するテキスト（スライド資料）。

本章では、③スマートグリッドキット、及び④『ナルセペダルテキスト』に関する開発報告を行う。また、①『EV 基礎知識テキスト』、②『再生可能エネルギー・スマートグリッド基礎知識テキスト』、④『ナルセペダルテキスト』、及び③スマートグリッドキットで用いたプログラムのソースコードを、巻末の付録に収録する。

¹⁸ 付録の教材 A

¹⁹ 付録の教材 B

²⁰ キットの開発については「2.2 スマートグリッドキットの開発報告」を参照。また、巻末付録の教材 C に、スマートグリッドキットで使用したソースコードを収録している。

²¹ 付録の教材 D

2.2 スマートグリッドキットの開発報告

環境に優しい、再生可能エネルギーを効率的に利用する事は、現代の大きな命題であり、そこで活躍するカーエンジニアを育成することは、自動車専門学校にも大変意義のある目標となっている。この研究では、身近な再生可能エネルギーを利用して以下の事項を中心とした、カーエンジニアにも必要と思われる技術を学ぶことができる教材の開発を行った。

- ◇ 発電（太陽光）
- ◇ 充電
- ◇ 通信
- ◇ 計測
- ◇ 制御（放電）

2.2.1 再生可能エネルギーの定義と教材の対象

経済産業省・自然エネルギー庁では、次の様に説明している。

<http://www.enecho.meti.go.jp/saiene/renewable/index.html>

現在わが国の主要なエネルギー源である石油・石炭などの化石燃料は限りがあるエネルギー資源です。これに対し、太陽光や太陽熱、水力、風力、バイオマス、地熱などのエネルギーは、一度利用しても比較的短期間に再生が可能であり、資源が枯渇しないエネルギーです。これらは、「再生可能エネルギー」ともいわれます。石油等に代わるクリーンなエネルギーとして、政府はさらなる導入・普及を促進します。



図表 41 自然エネルギー庁ホームページ

上記で定義される再生可能エネルギーを教材として利用しようとする場合、次の様な条件を考慮する必要がある。

- ◇ 設備・機器の設置が容易
- ◇ 小規模導入が可能な事
- ◇ 実験が容易
- ◇ 価格が安価
- ◇ 壊れにくい（機械・機構部分が無い）

身近な再生可能エネルギーを考えると、太陽光、水力、風力エネルギーが手の届く材料

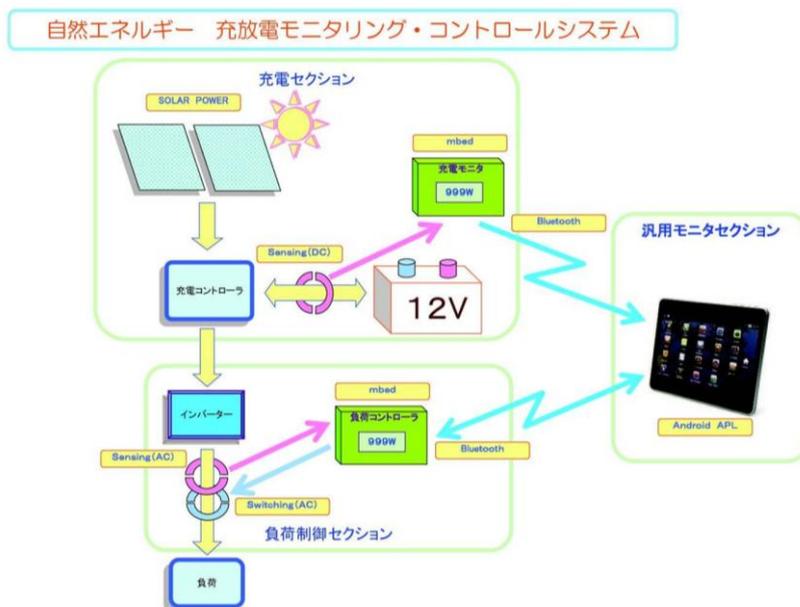
として有望であるが、機構部分がなく設置が容易で、手軽に導入でき電気エネルギーに変換しやすい事から、この研究では発電装置に太陽光発電パネルを採用した。



図表 42 採用した太陽光パネル

2.2.2 教材システムの概要

教材システム開発にあたり、システム全体像を次の様に構想した。



図表 43 教材システムの構想

2.2.2.1 充電セクション

太陽光発電パネルで発電した電気エネルギーを、充電コントローラを通じてバッテリーに充電する。充電コントローラでは、バッテリーの電圧を測り一定以上の電圧になると充電を停止、一定以下の電圧で充電開始となるよう、マイコンを使用した閾値制御を行う。(充電モニター)

2.2.2.2 負荷制御セクション

バッテリーから電力を供給して、インバータを介して AC100V 家電品を駆動する制御を行う。この際、負荷に流れる交流電流を測定して、使用電力量を計算しモニターに表示する。このセクションもマイコンを使い通信、センシング、表示等を行う。

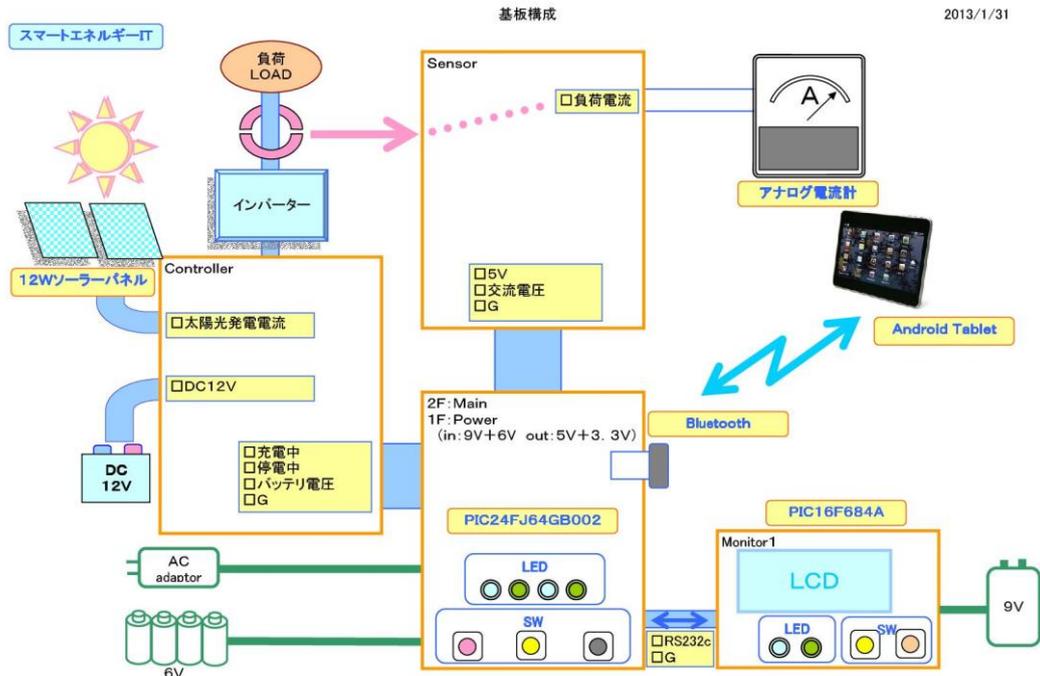
2.2.2.3 汎用モニターセクション

充電セクション・負荷制御セクションでモニタリングしている情報を Bluetooth 通信で、タブレット PC に送り、手元でモニタリングが可能とする。

タブレット PC には、既に有限会社ワイズマンが開発しているモニタリング用アプリがある。それをそのまま利用して開発することとした。既に開発済みの Bluetooth 通信プログラムを一部改造して、今回の目的にかなうモニタリングシステムとした。

2.2.2.4 最終仕様

上記構想を草案として、IT 教材としての検討を行い、最終的なシステム仕様を決定した。



図表 44 教材システムの仕様

当初構想では、スマートメータのモバイル化を意識したシステム開発の計画であったが、教材として検討した結果、次に示す様な基板構成とした。大きな特徴としては、

- ◇ Main ボードは、Power ボードの上段に配置しいくつかの SW により操作ができる。
- ◇ Power ボードは、AC アダプタとバックアップ乾電池の 2Way 電源とし、AC 電源が途絶える停電を検出する機能を持ち、乾電池バックアップに切り替わり、自動的にバッテリーから負荷に通電する。
- ◇ 汎用モニターがなくても簡易モニターで操作できるようにした。当初の構想では Bluetooth の通信が 2 系統必要であったが、タブレット PC の仕様からこれは難しいため、Main ボードがまとめて 1ch の Bluetooth 通信を行うこととした。
- ◇ Main ボードは、Bluetooth 通信と同時に、シリアル通信を行い簡易モニターとの間

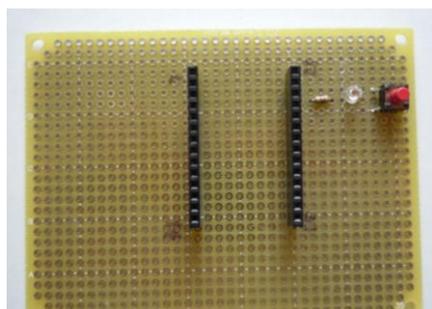
で情報のやりとりと、簡易モニターの SW による操作指示を Main ボードに指示する。

※シリアル通信のケーブル（またはコネクタ）は、PC のシリアルポートに接続して、ターミナルソフトで通信のモニターとテストができるようになっており、今回の開発でも、そのようなコネクタを作り、PC で通信確認テストを行った。

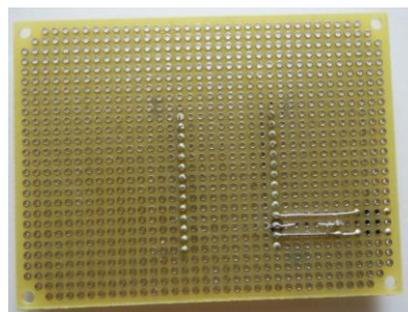
- ◇ 既の開発されていた汎用モニターは、全てのモニタリングと操作ができるように Android 側のシステムが作られている。組込み系マイコンシステムでは、小さな表示器(この研究では 8 文字×2 行の液晶表示器)や LED 等による表現方法が採れるが、タブレットの表現機能を使う事で、情報システムとしての機能が向上する。
- ◇ Main ボード CPU は、PIC24FJ64GB002 を使用して、C 言語により開発する。これは、Bluetooth 通信で使用できる様々なライブラリ群が CPU の製造メーカー Microchip 社から公開されており、開発環境も MPLAB IDE として無償公開されている環境が使えるためである。インターネット上に情報も多く存在するので、システム開発に不安がない。
- ◇ 簡易モニターCPU には、PIC16F684A を用いる。開発環境は、Main ボードと同様の環境でも開発できるが、情報 IT 系専門学校の教材としても活用できるよう、手元に既にある mikroBasic Pro を使うこととした。このシステムを開発するにあたり、
 - ①. Basic 言語による組込マイコン開発（簡易モニタ）
 - ②. C 言語による組込マイコン開発（Main ボード）
 - ③. JAVA によるモバイルシステム開発（汎用モニタ）が学べる。情報系専門学校の教材としても有望である。
- ◇ PWM 制御の実装
放電制御の部分では、単にバッテリーからインバータに電源供給することは、スイッチングだけの制御で容易過ぎておもしろみにかける。スマートグリッドに不可欠の技術として、Main ボード CPU のタイマー機能をフルに使った PWM 制御を実装した。DUTY 比 0～95%の範囲で切換が可能で、0～80%は 10%刻み、80～95%は 1%刻みで制御実験が行えるようプログラムの設計を行った。
- ◇ センサーユニット
構想・仕様の時点では、これも含めたシステムとしていたが、時間と費用の面で、今年度は構想仕様にとどめた。

2.2.3 教材システム開発(ハードウェア)

このシステムでは、Bluetooth 通信を行うことが、汎用モニター・Main ボード CPU の大きな命題である。システムを開発するにあたり、既の開発済みのマイコン基板と、手持ちのタブレット PC、Bluetooth ドングルについて、Google 社の Android ライブラリ、マイクロチップ社の Bluetooth 通信ライブラリが使えるかどうか実験を行った。



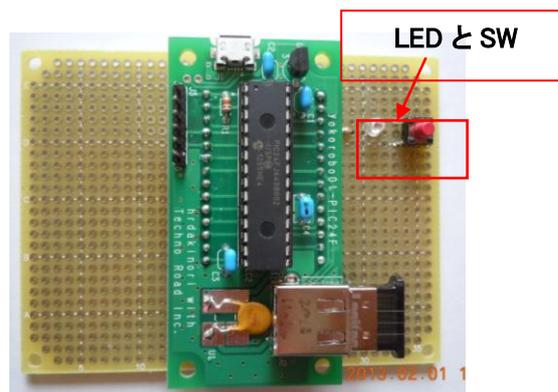
実験基板(表)



実験基板(裏)



実験用 CPU ボード



実験基板(完成)

図表 45 実験基板の開発

完成した実験基板に、簡易プログラムを書き込み、Android タブレットにも、実験用プログラムをつくった。この状態で、基板上の SW をクリックすると、Android タブレットの画面表示が変化し、タブレット側をタップすると、基板上的 LED が点灯する事を確認した。

この実験で、手持ちの Bluetooth ドングルとタブレットが使用できることが確認できたので、システムの本格的な開発に入った。

以下、この研究で開発した教材システムのハードウェアについて報告する。

2.2.3.1 Power ボード

◆設計

このシステムでは、マイコン（電源 3.3V：計測用基準電圧を兼ねる）、シリアル通信レベル変換 IC（電源 5V）、ソーラーパネル・インバーター・12V バッテリーの電源系をスイッチングする FET の制御などが必要なために、Power ボードでは 5V・3.3V の DC 電源を作ることとし、周辺基板に電源を供給する。また、停電検出を行う構想があるので、単三乾電池 4 個（6V）と 9V1.2A の AC アダプタという 2WAY 電源とした。

停電検出の機構は簡単で、電池電源と 9V のアダプタ電源を、逆流防止用ダイオードを介して並列に接続する。このとき 9V のアダプタ出力をトランジスタの Base に接続してトランジスタを駆動しておく。

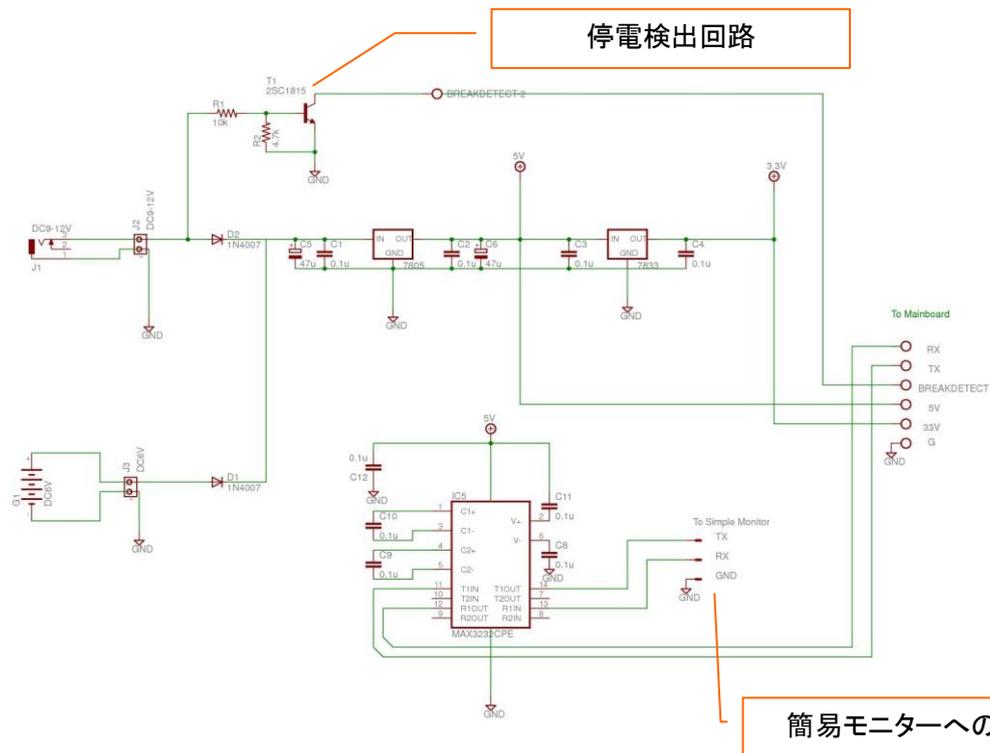
停電すると、9V と 6V の電圧比較で低い方に電源が切り替わる。同時に、トランジスタの Base 電流が途絶えるので、この出力をマイコンのデジタル入力で読み取ると、通常時は Low レベル(=0)、停電時は High レベル(=1)と読める。この信号をマイコン側ソフトで常時監視すれば、停電時を検出して、必要な処理を行いつつ、各通信先に伝達できる。

Main ボードの面積の関係で、シリアル通信レベル変換 IC も Power ボードに載せることとした。このために、Power ボードと Main ボードの間は、6Pin のヘッダ・ソケットで接続し、信号内訳は

- ①. GND
- ②. 5V
- ③. 3.3V
- ④. 停電検出信号
- ⑤. シリアル通信 Tx（送信側）
- ⑥. シリアル通信 Rx（受信側）

となった。

※GND は、全てのソケットなどで位置を統一し、基板に向かって右側端の Pin が GND になるように配置した。



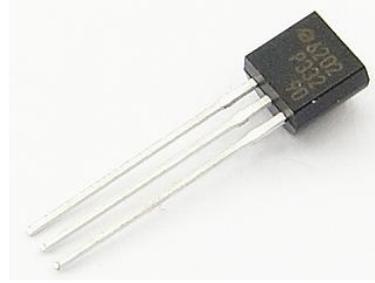
図表 46 Power ボード回路図

◆製作

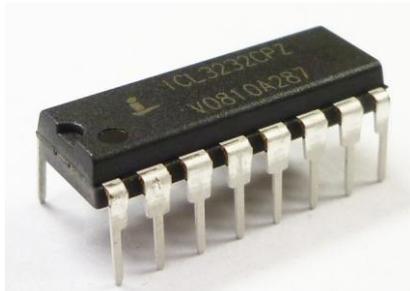
Power ボードは、電源を作り出すことが大きな仕事である。基板に中心となる電源 IC を配置して、AC アダプタやバックアップ電池からの電源電圧を安定化させた 5V 電源にする。この 5V を使い 3.3V を作り、Main CPU の主電源とする。5V 電源 IC は、乾電池駆動が可能な定損失レギュレータを使う。



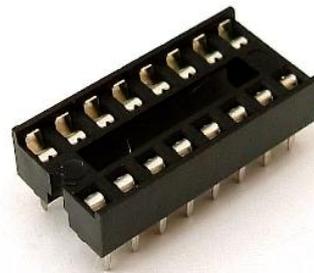
DC5V 電源 IC



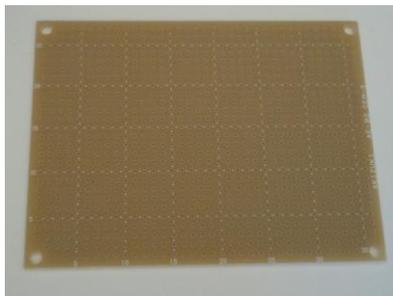
DC3.3V 電源 IC



RS232c レベル変換 IC



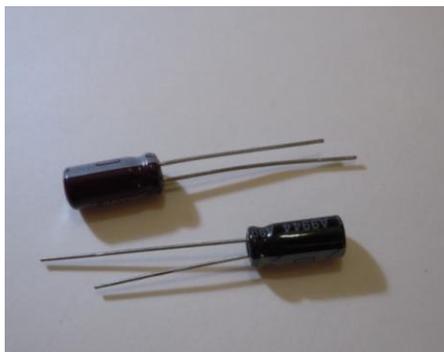
16PIN IC ソケット



汎用基板



3ポイントコネクタ



電解コンデンサ



ノイズ対策用セラミックコンデンサ

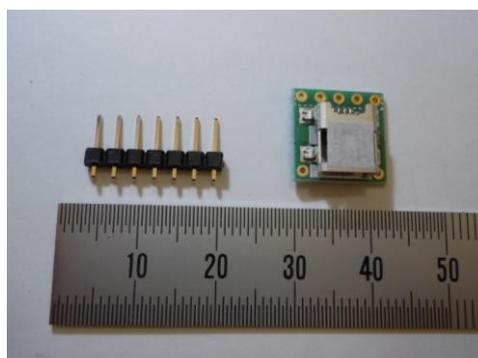
図表 47 Power ボードのパーツ

Power ボードは、上層の Main ボードに電源供給しながら、シリアル通信の送受信信号

の受け渡しを行うので、Pin ヘッダとソケット使い Main ボードと接続する。また、USB ケーブル接続のできる乾電池ケースを用意したので、miniUSB コネクタの受け側コネクタを、基板に取り付ける。



接続用ピンソケット



miniUSB コネクタとヘッダ



乾電池ケース外観



USB コネクタと SW が見える



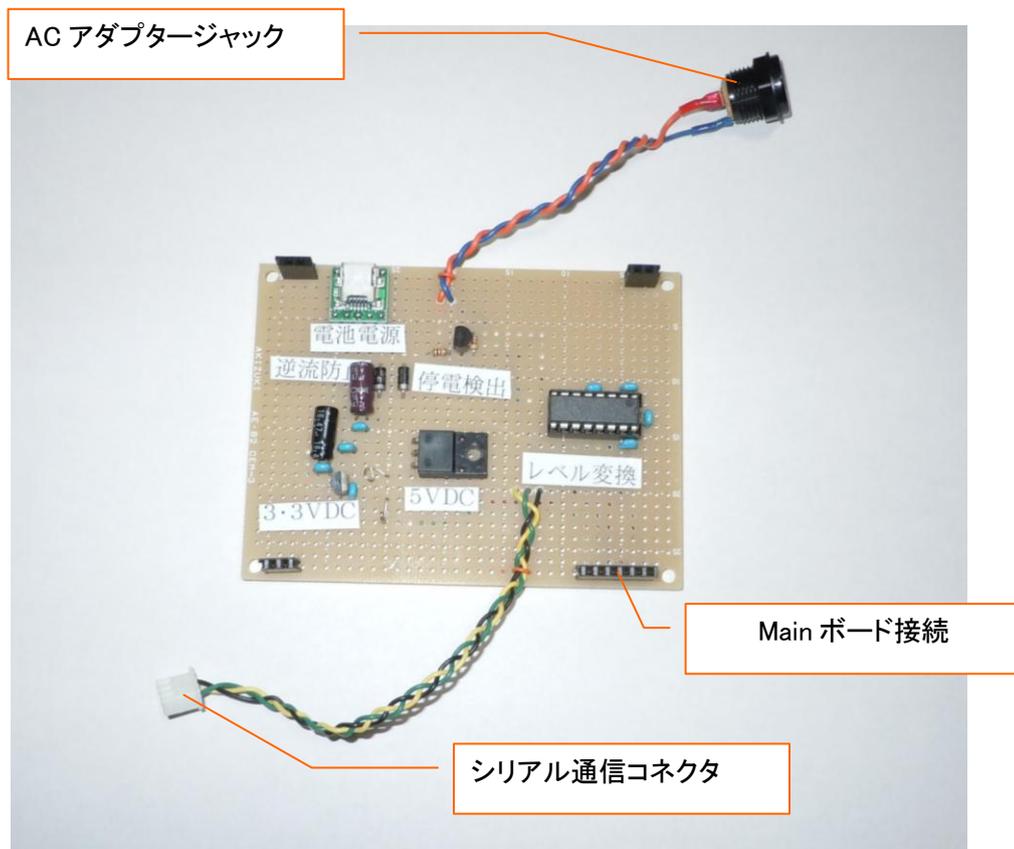
miniUSB コネクタ準備



ピンソケットの加工

図表 48 Power ボードと Main ボードを接続するための加工

写真にあるように、パーツを購入してもそのまま使える物は少ないので、準備のために半田付けや加工が必要になるが、安価な教材開発には不可欠な仕事である。これをうまくこなしておく、後の製作が楽になる。



図表 49 完成した Power ボード

Power ボードのシリアル通信ケーブルは、三つ編みにしてノイズ低減を図る。RS232C レベル変換 IC を使用しているので、通信ノイズは低減されるが、それでも安心のために GND を含めた線を撚り線にした。実験したところ、この先に 3m ほどの LAN ケーブルを繋いでも問題なく動作することを確認した。

2.2.3.2 Main ボード

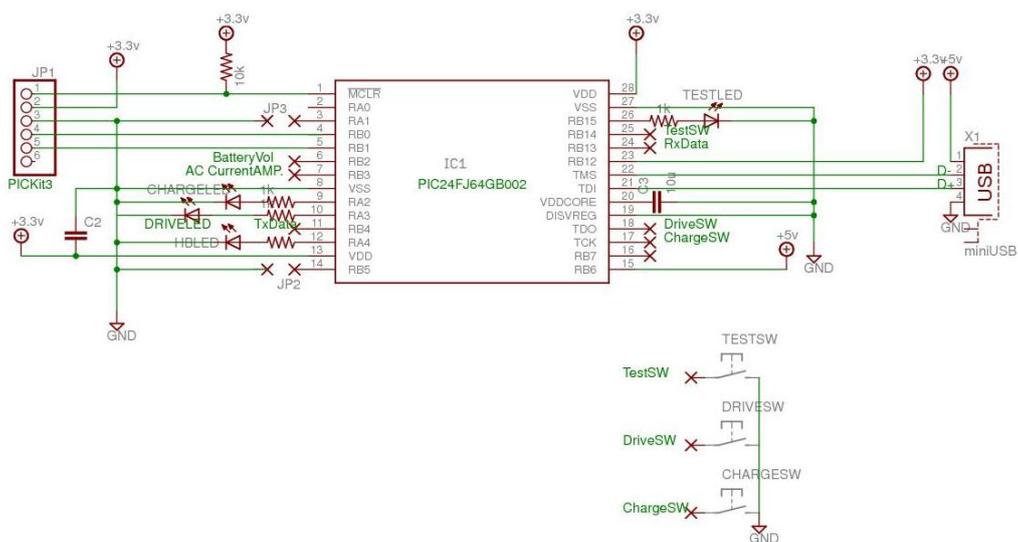
Main ボードは、このシステムの中核を担う部分で、16bit マイコン (PIC24FJ64GB002) を用いた。この CPU は、USB コントローラを内蔵していて、CPU メーカーから USB に装着して使用する予定の Bluetooth 用ライブラリなども豊富に提供されている。

◆設計

Main ボードは、外部との接続は、下層の Power ボードとのピンヘッダ・ソケットによる接続だけである。主要な部分は CPU なのでこれを中央に配置し、ソケットで抜き差しできる様にする。プログラムの書き込み用に『ICSP』という I/F が内蔵されているため、CPU を基板に装着したまま内蔵フラッシュメモリのプログラムを書き換えることができる。こ

れを使うために、ピンヘッダをつけておく。(回路図上の PICKit3)

単体でテストができるように、Bluetooth テスト用、Drive テスト（放電）用、Charge（充電）テスト用それぞれに 3つの SW と LED を配置する。通常稼働時に、CPU の負荷の具合が分かるように、HB（ハートブレイク）LED を点灯する。この LED が長く点灯していると、CPU の処理が忙しいことを示す。



図表 50 Main ボード回路図

◆製作

Main ボードに必要なパーツを写真に示す。基板取り付け用の USB コネクタが市販の Bluetooth ドングルを差し込むソケットになる。



LEDと電流制限用抵抗



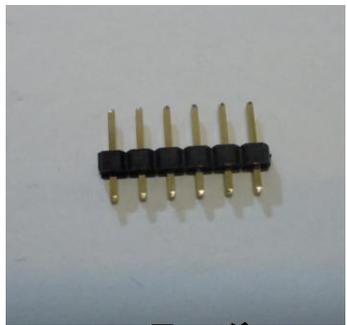
基板取付用 USB コネクタ



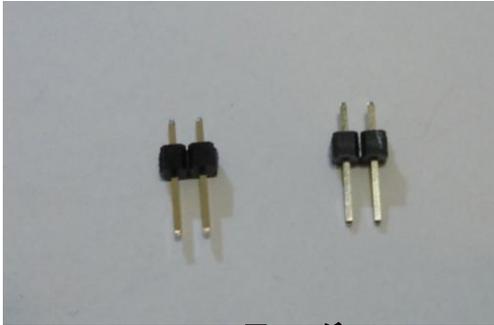
タクト SW



基準電圧調整 VR



ICSP 用ヘッダ



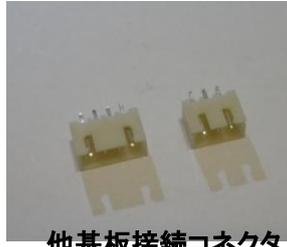
JP 用ヘッダ



CPU 用24PIN ソケット



MainCPU



他基板接続コネクタ

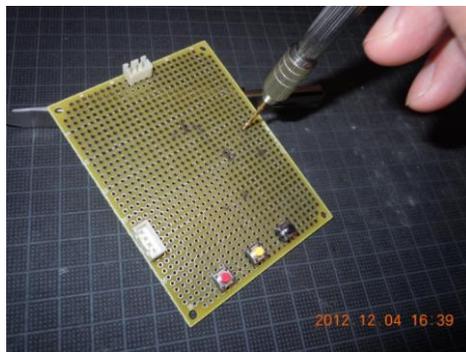
図表 51 Main ボードのパーツ

はじめに大まかにパーツを基板に載せて、位置決めを行い、マジックなどでマークする。

この基板には、USB コネクタがつくが、固定用のツメが入るように、穴加工を行う必要がある。写真のようなハンドビットと呼ばれる工具とドリルで、穴空け加工を行う。

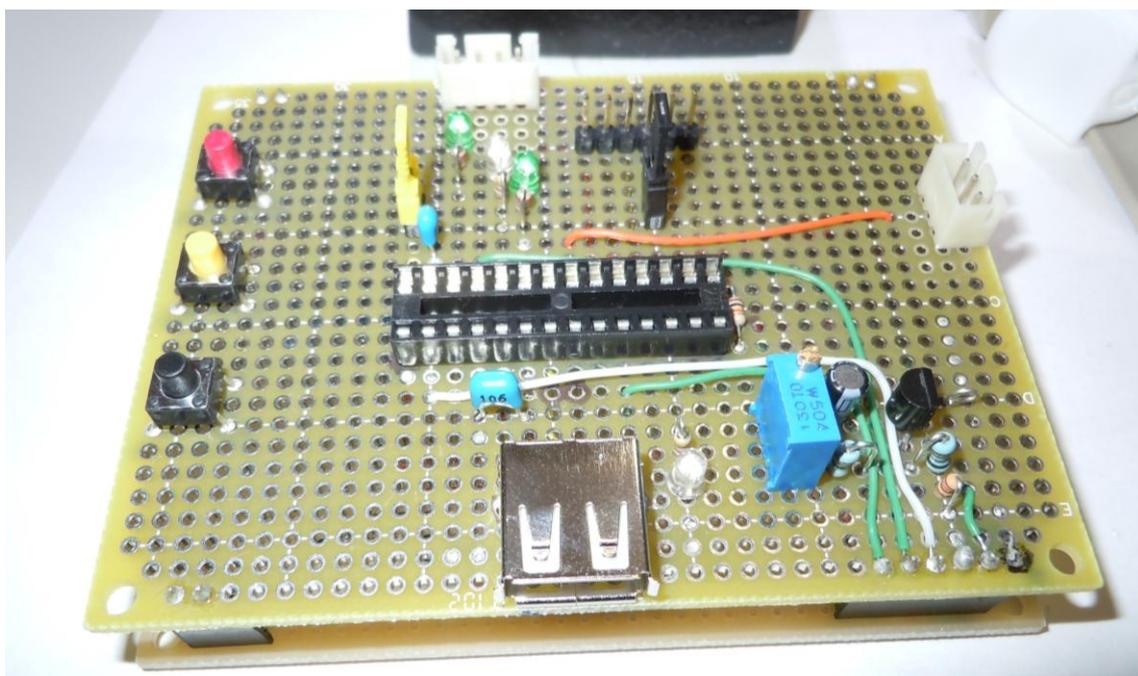


パーツの位置決め



穴加工

図表 52 パーツの位置決め、穴加工



図表 53 できあがった Main ボード

上の写真の右下の部分に基準電圧を作る回路があるが、今回の計測には CPU の電源を基準としたので、未使用となっている。

下層の Power ボードとピンヘッダ・ソケットにより重なっている。

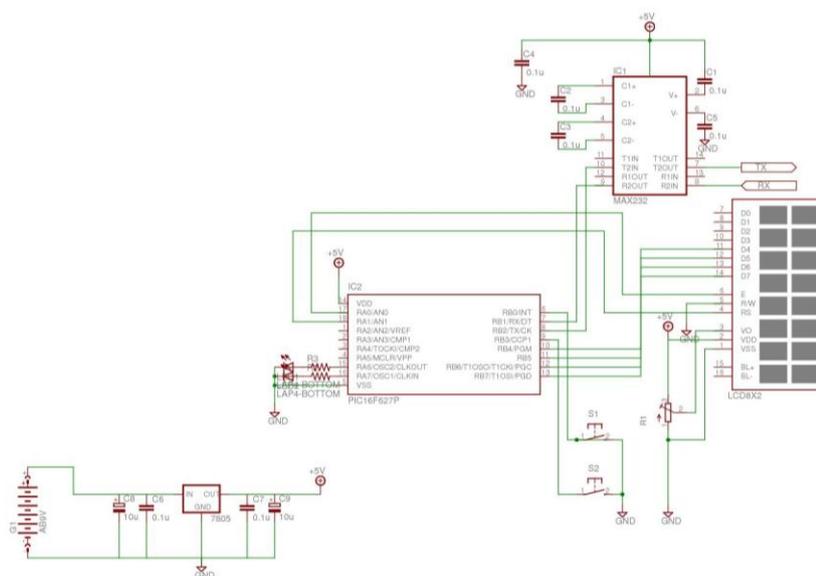
2.2.3.3 簡易モニター

簡易モニターは、Main ボード周りとは別電源で単独駆動ができるように、006P(9V)乾電池を電源に使う。情報表示器に 8 文字×2 行のバックライト付液晶表示器を取り付ける。この表示器は白抜き文字（反転文字）がバックライトで浮かび上がる仕組みになっているので、屋外など明るい場所での文字表示に適しているが、表示文字数が少ないので、ソフトウェア開発時には少し工夫が必要になる。

またこのユニットで使う CPU は、PIC16F486 という 8bit マイコンで、シリアル通信ポート（UART）を 1ch 持っているので、通信時の処理を割り込みで記述することができるので、組み込み系マイコンシステム開発の良い教材ともなり得る。

◆設計

回路図を示す。



図表 54 簡易モニター回路図

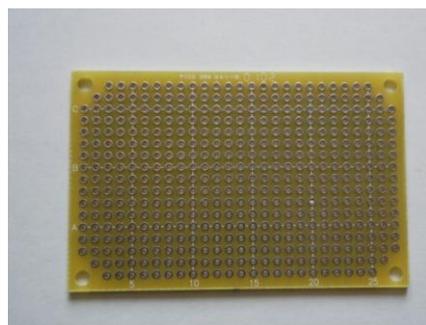
簡易モニターにも LED×2 個、タクト SW×2 個を取付けて、システム全体の操作ができるようにしている。

特徴として、この CPU はデータ EEPROM を持っているので、バッテリーの上限電圧・下限電圧の閾値を Main ボードからの指示で書き込み、個別のコンフィギュレーションができるようにする。Main ボードで使用している CPU には、このデータ EEPROM のない安価なモデルを使用しているため、簡易モニター CPU のシリアル通信機能と EEPROM 機能

を充分活用した設計になった。電源は、9V から 5V を作り出す電源 IC を使う。消費電流は CPU が 4MHz 駆動時で 0.9mA、LED 1 個で数 mA、液晶表示器で 70mA であるので、シリアル通信用レベル変換 IC の電源を取っても充分乾電池駆動できる。

◆製作

使用したパーツを示す。



小型汎用基板



006P9V 電池スナップ



5V 用電源 IC



電源 IC 用電解コンデンサ

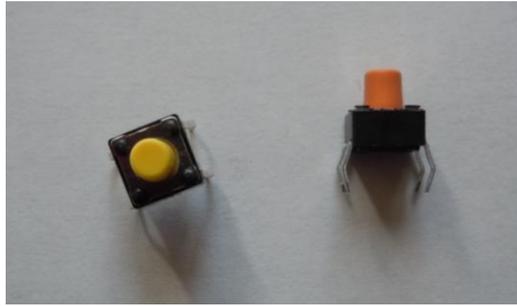


電源・RS232C 用 セラミックコンデンサ

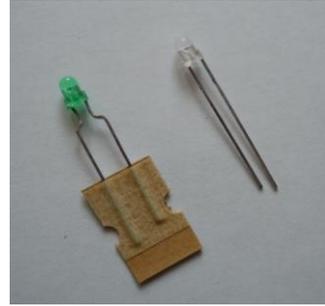


LED 電流制限用カーボン抵抗

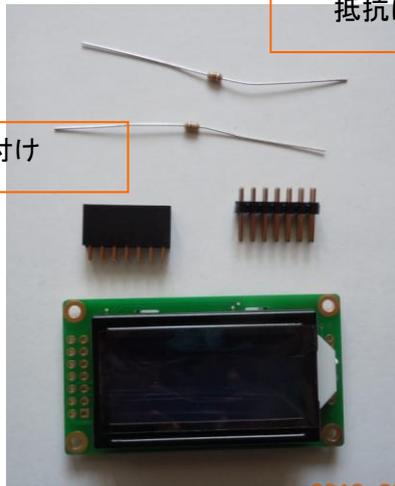
図表 55 簡易モニター用パーツ



モニター操作用タクト SW



LED 緑・赤



抵抗は、バックライト用

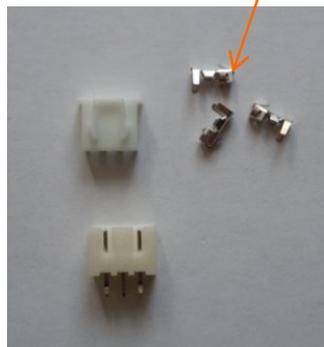
事前にヘッダなどを半田付け

液晶表示器と構成パーツ

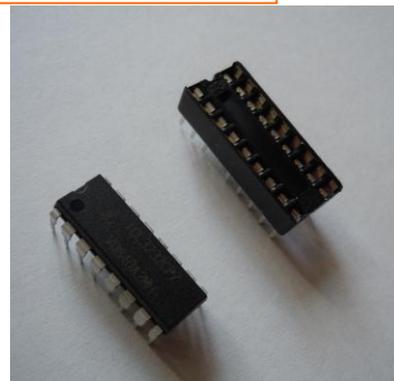


液晶表示器コントラスト調整用 VR

金属パーツはコンタクトで、信号線をカシメて使用

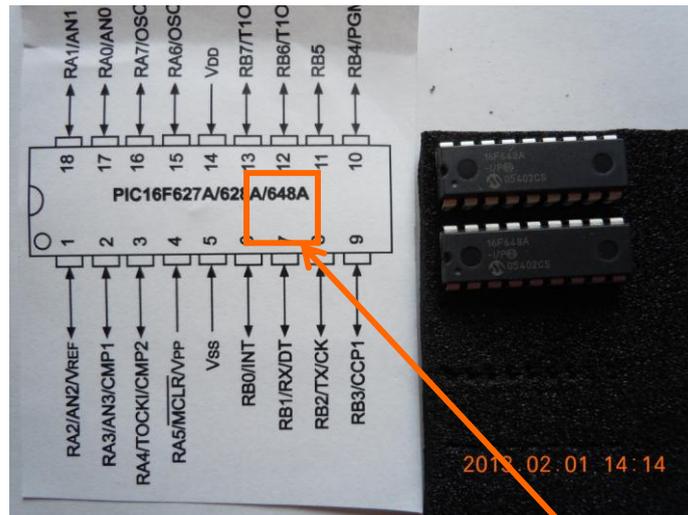


通信ケーブル用コネクタ小型
汎用基板



RS232C 用 IC とソケット

図表 56 簡易モニター用パーツ

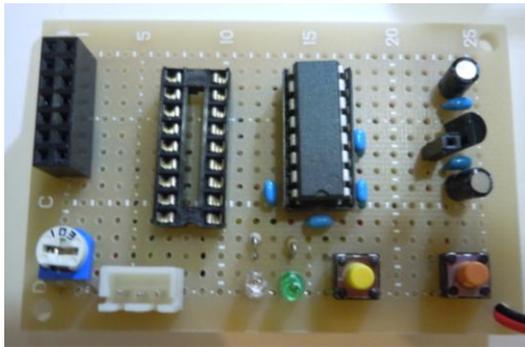


図表 57 簡易モニター用 CPU 648A

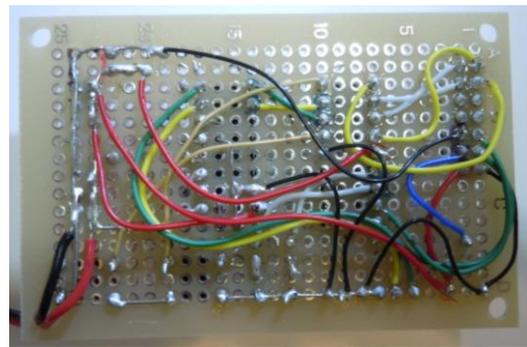
液晶表示器は、裏側にバックライト用の電流制限抵抗と、基板接続用のピンヘッダを半田付けする。基板側には、付属のピンソケットを取り付ける。LED は、電流を沢山流せば明るく光るが、その分寿命が短くなるので、電流制限抵抗で必要最小限の明るさにする。

タクト SW で、ON/OFF を判断するが、使用する CPU の I/O ポートは、内部プルアップが可能なので、外部にプルアップ抵抗をつける必要はない。これは Main ボードも同様に行っている。

完成した簡易モニターを示す。



簡易モニター(表)



簡易モニター(裏)



ヘッダ・抵抗などを取付

液晶表示器(裏)



簡易モニター(完成)

図表 58 簡易モニター

2.2.3.4 Controller ボード

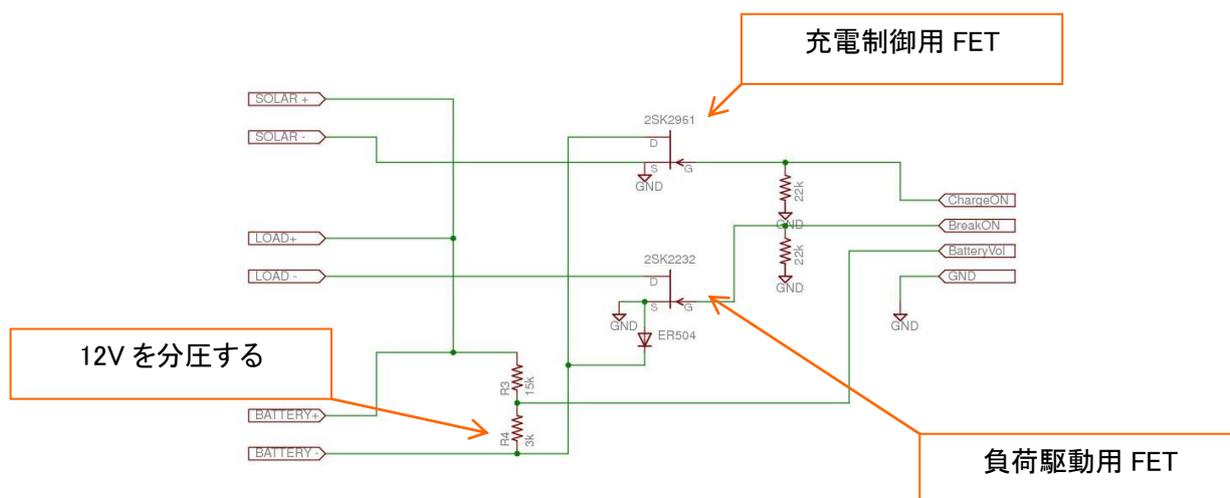
このユニットは大きな電流が流れるので、電力系統の配線には 1.25φ の家庭で使う家電品の電源ケーブルと同じ電線を使う。マイコンとの信号線は、通常の細い線で構わない。これまでのユニットに比較するとパーツも少なく作りやすい。

◆設計

電源電圧を基準にして AD 変換してバッテリー電圧を計測するために、12V を分圧して、最大でも 3.3V 未満にする部分を組み込む。

Main ボードの指示により、充電 ON/OFF、放電 ON/OFF をスイッチングするために、2 つの FET を使う。

設計した回路図は次のとおりである。

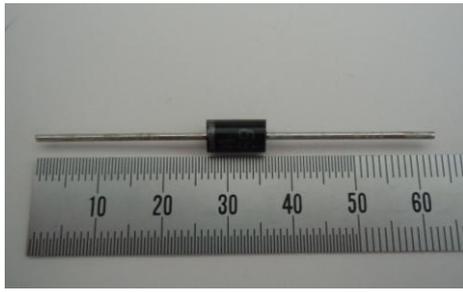


図表 59 Controller ボード

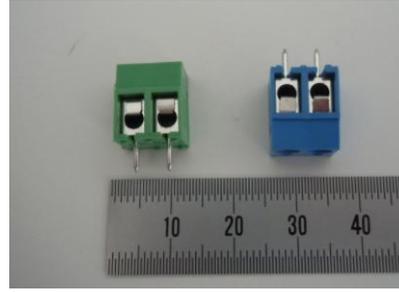
FET の Gate 側に付いている抵抗 (22K Ω) は、システムが通電して Main ボードの信号が安定するまでの間に、FET が確実に OFF する様にプルダウンするための抵抗である。このことにより、不安定な状態で不用意に負荷が駆動される事がなくなる。

◆製作

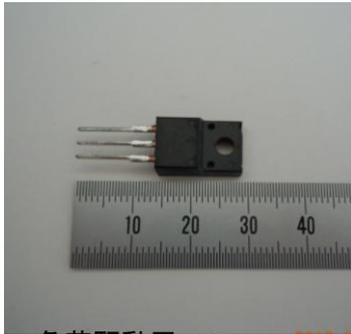
使用したパーツを示す。



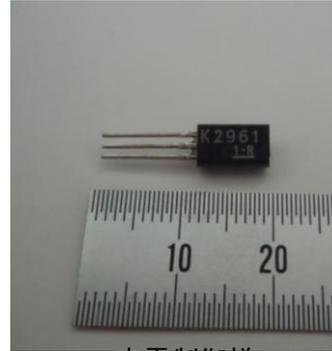
逆流防止ダイオード



ターミナルブロック



負荷駆動用 FET



充電制御様 FET



Main ボード接続用コネクタ



分圧用抵抗

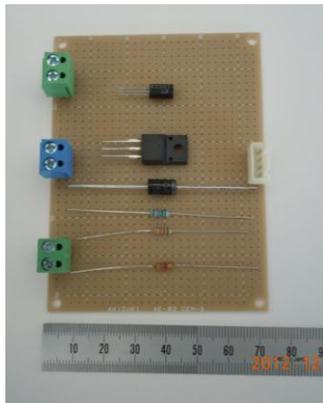


大電流用配線

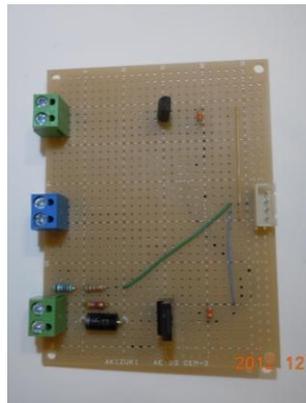


小信号用配線

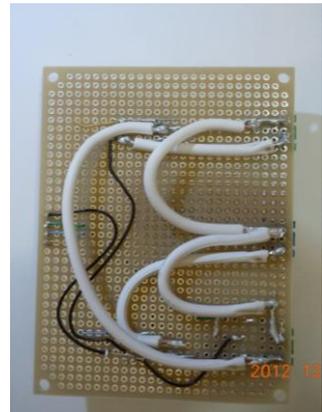
図表 60 Controller ボードのパーツ



事前の配置検討



完成した基板(表)



完成した基板(裏)

図表 61 Controller ボードの配線

2.2.3.5 その他のパーツ

◆バッテリー用接続リード

Controll ボードのターミナルブロックに 12V バッテリーを接続するための、リード線を作成する。鱷口クリップでバッテリーに接続できるようにする。



図表 62 鱷口クリップを 1.25φ の線に半田付けして作成

◆インバータの改造

150W 級の自動車用インバータを、Controll ボードに接続できるようにリード線を取りつける。



図表 63 放熱ファンのついたインバータ



図表 64 裏側のネジを外して分解



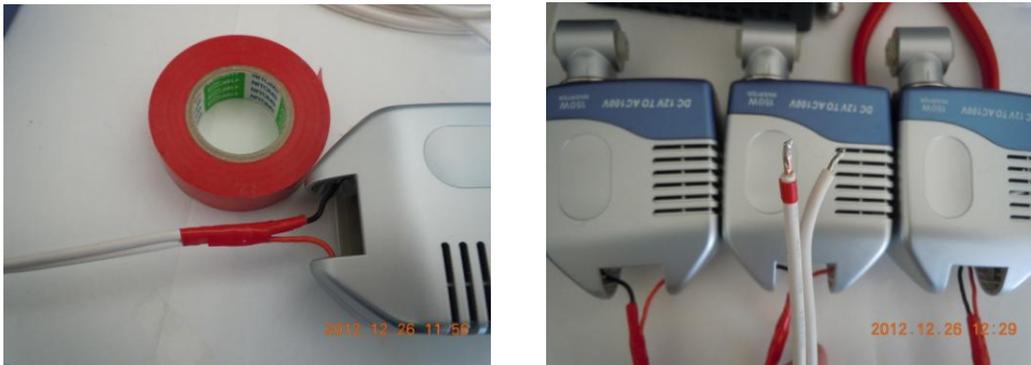
図表 65 コネクタ部分のストッパーを取り外す



図表 66 シガーソケット部分を分解



図表 67 ソケット部分のコネクタを取り外し、リード線を半田付け



ビニールテープで絶縁する ターミナルブロック側に+マーク

図表 68 インバータの改造

◆12VDC モータの準備

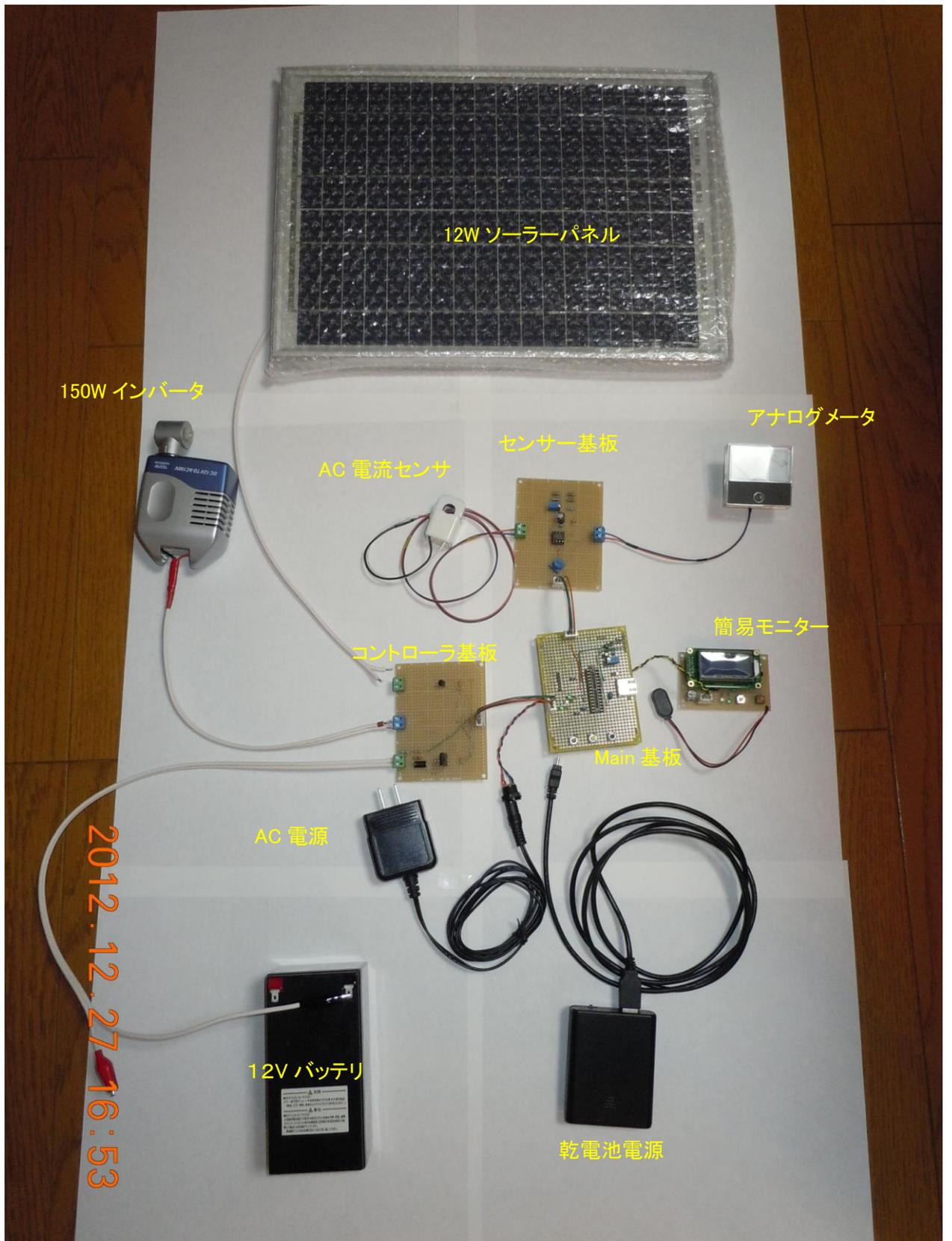


図表 69 PWM 制御実験用 DC モータのリードを延長加工

◆太陽光発電パネルのリード作成

バッテリーリードと同様の物を作成し、太陽光パネルを接続する。

完成したシステム全体（ハードウェア）は、次のようになった。



図表 70 システム全体

2.2.4 教材システムの開発(ソフトウェア)

2.2.4.1 簡易モニター

◆開発環境

簡易モニターの CPU は、米 Microchip 社のマイクロコントローラ【PIC】である。OS はないので、組み込みシステムとしての OS の役目をする main プログラムを何も無い状態から作り込むことになる。

開発言語は、MikroElektronika 社の『mikroBasic Pro for PIC』を使用した。この環境は IDE (Integrated Development Environment) を含み、使用するマイコンの種類を選択するだけでプログラムの雛形を作ってくれる『フレームワーク』機能がある。基本的には、ユーザーが main 関数を作り込めばよく、言語も理解容易な Basic である。大変多くのライブラリが含まれていて、システム開発の工数削減に大いに役立つ。筆者の開発デスクには既にこの環境が整った PC があったのでこれを用いたが、最新の環境は、MikroElektronika 社の HP からダウンロードできるようになっている。

ダウンロードしたファイルをインストールすれば、プログラムサイズの制限はあるものの、十分な機能の開発環境が整い、Free で使用できる。いろいろな種類の PIC に対応しているので、開発を多く手掛けるのであれば、しばらく Free で使い、機能を見定めてから購入するとよい。IT 系専門学校の教材にももってこいの環境であるので、是非、自動車専門学校とのコラボレーションで使っていただきたい教材である。



図表 71 mikroBASIC のホームページ

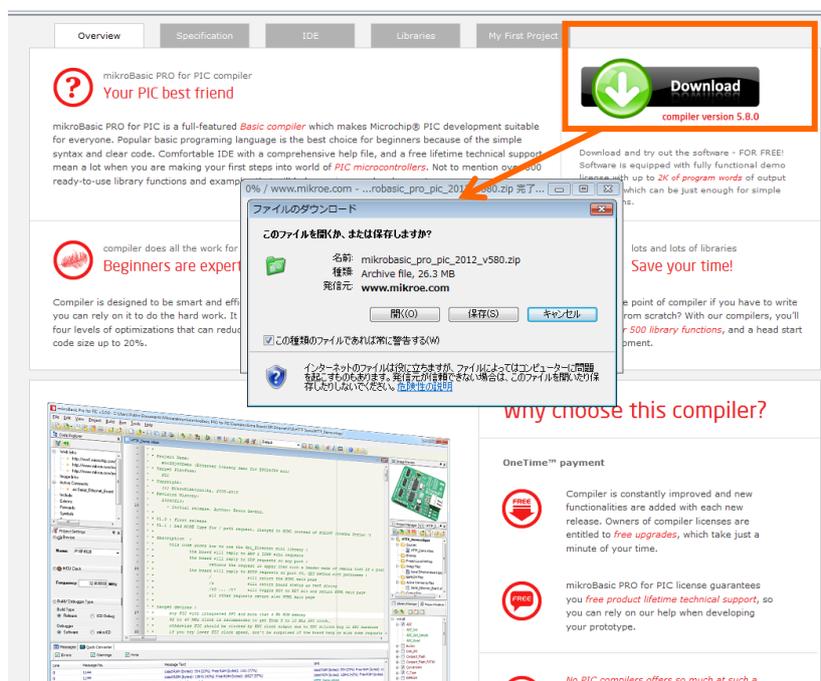
HP を開くと、mikroBASIC Pro for PIC の画面が表示されている。これを少しスクロールすると、Download 画面が表示される。



図表 72 Download 画面

Download ボタンをクリックすると、以下の確認ウインドウが表示されるので、保存を選択して保存先のフォルダを適宜選択する。サイズは 26MB ほどある。無線 LAN 環境でも容

易にインストール用のファイルを手に入れる。



図表 73 mikroBASIC の Download

Download が終了すると、mikrobasic_pro_pic_2012_v580.zip（この報告書作成時の最新版）が保存されているので、このファイルをダブルクリックしてインストールする。表示されるメッセージに従って進めれば、容易に環境が構築できる。

※PCのOSは、Windows Vista と Windows7(64bit)で確認している。

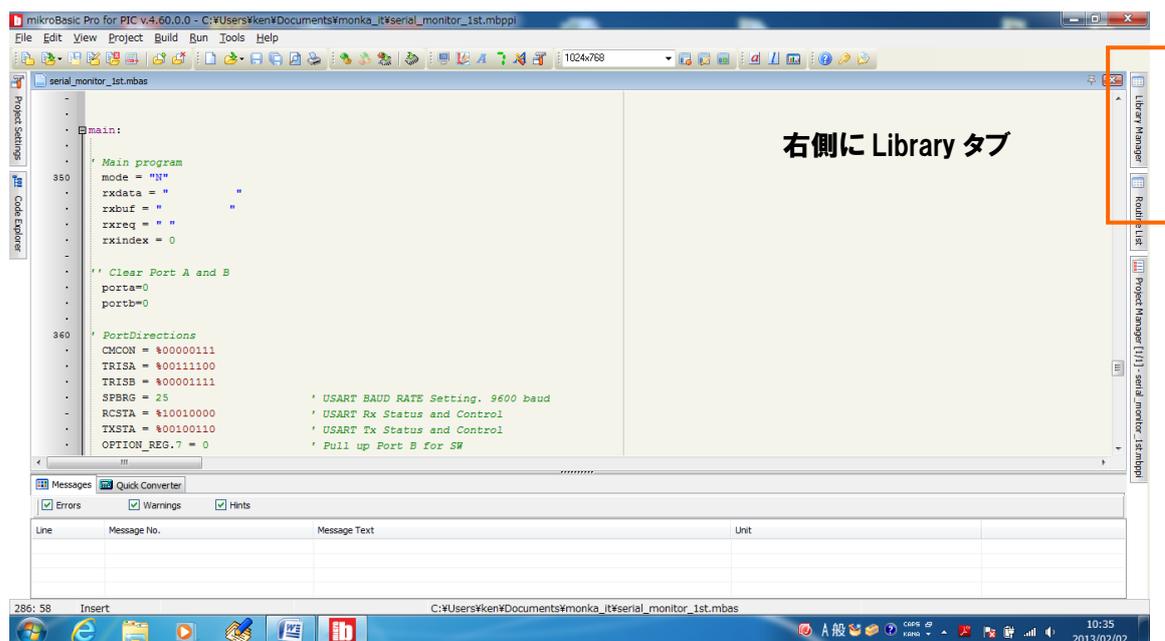
Free版で使用すると、プログラムサイズに制限があるが、簡易モニター程度であれば充分開発できるし、他のシステム開発にそれほど困ることはない。大きなサイズのプログラムを作成することになったときに、ライセンス購入すればよい。

今回使用した環境は、過去の研究事業で実績のある Ver.4.60 の製品版である。使用するPICも網羅されていて、申し分ない。



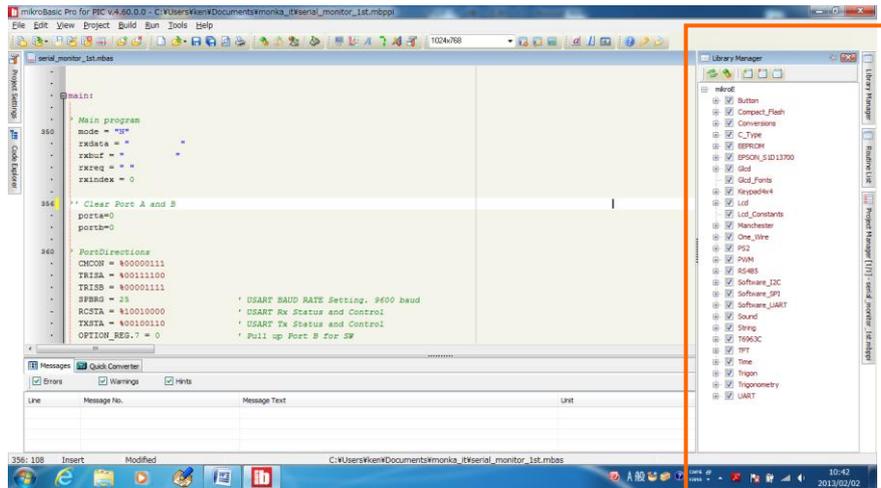
図表 74 今回使用した mikroBasic

既に開発済みの簡易モニタプロジェクト表示を示す。

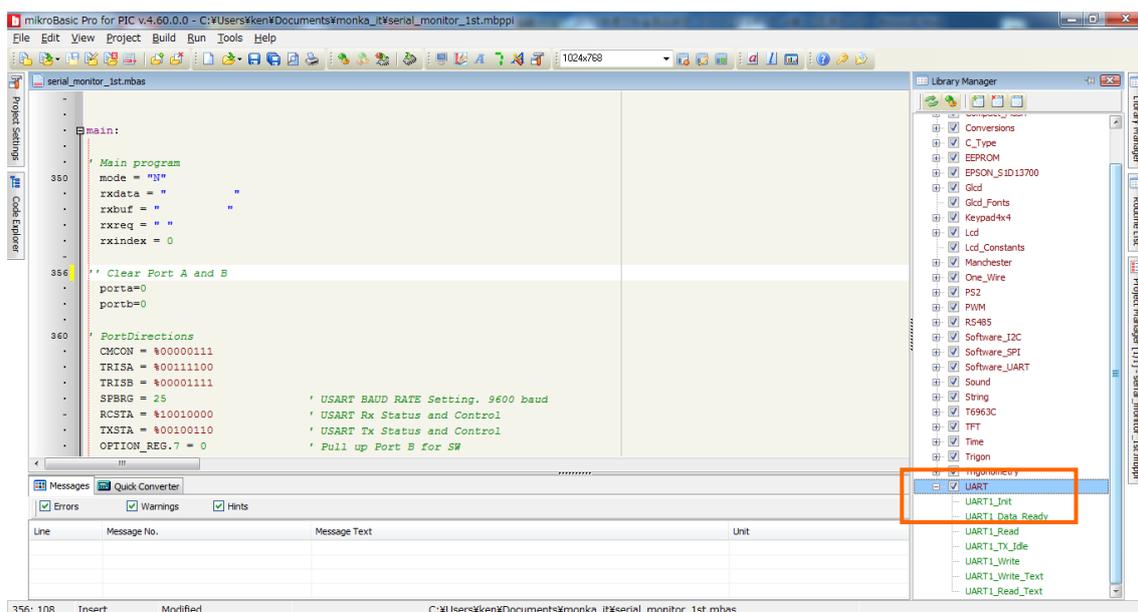


図表 75 簡易モニタプロジェクト

このウインドウの右側に Library Manager というタブがある。このタブをクリックするとタブが広がり、含まれている多くのライブラリが確認できる。ADC、CAN 通信、ボタン、LCD、シリアル通信、LCD・・・など、数多くのライブラリが含まれていることが分かる。

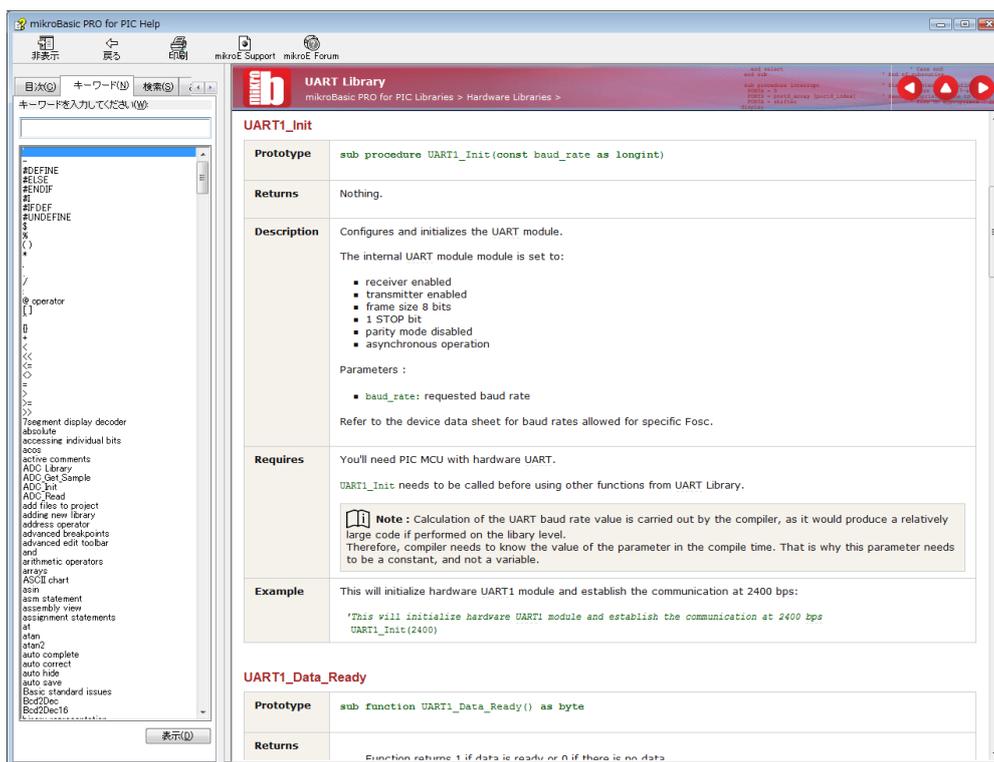


図表 76 含まれている Library



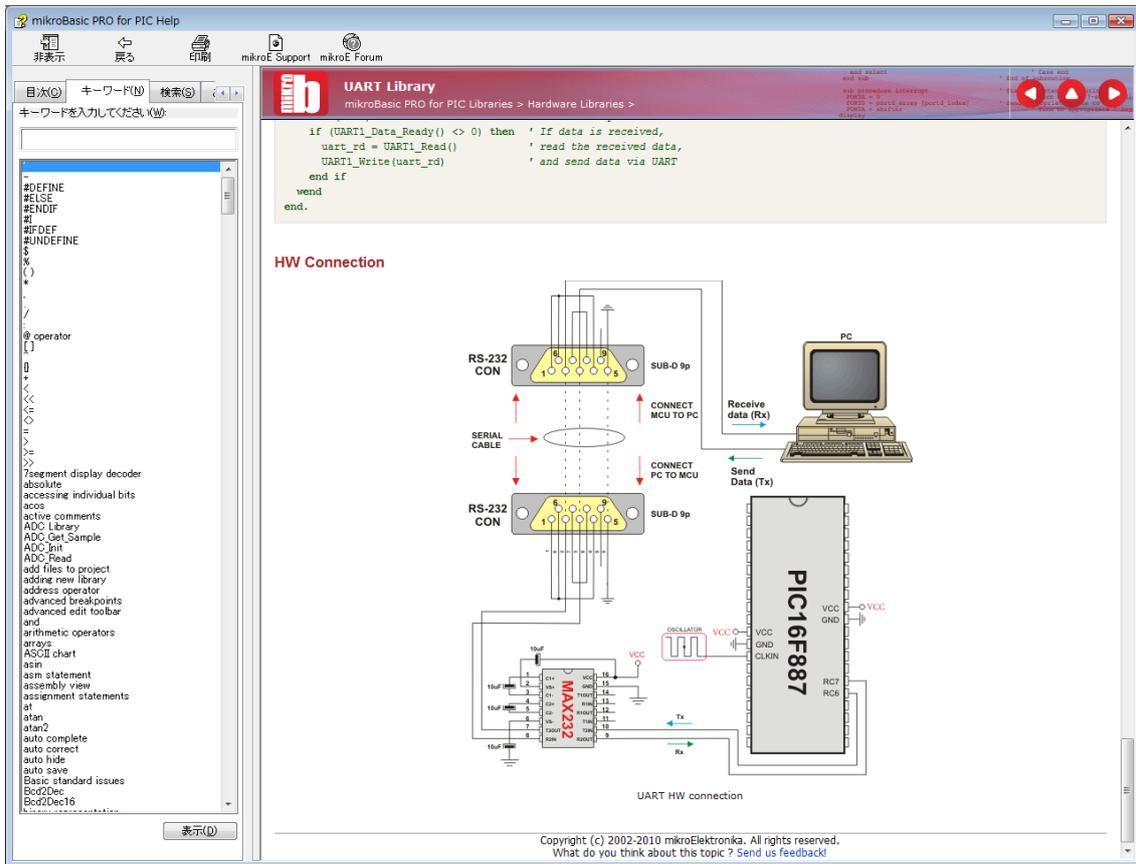
図表 77 Library の Help

一番下の UART をクリックすると、さらにその関数が表示される。一番上の UART1_Init 関数をダブルクリックすると、ライブラリ使用の Help が表示される。



図表 78 Library の内容例

表示された Help を下にスクロールすると、配線例なども示されているので、大変参考になる。



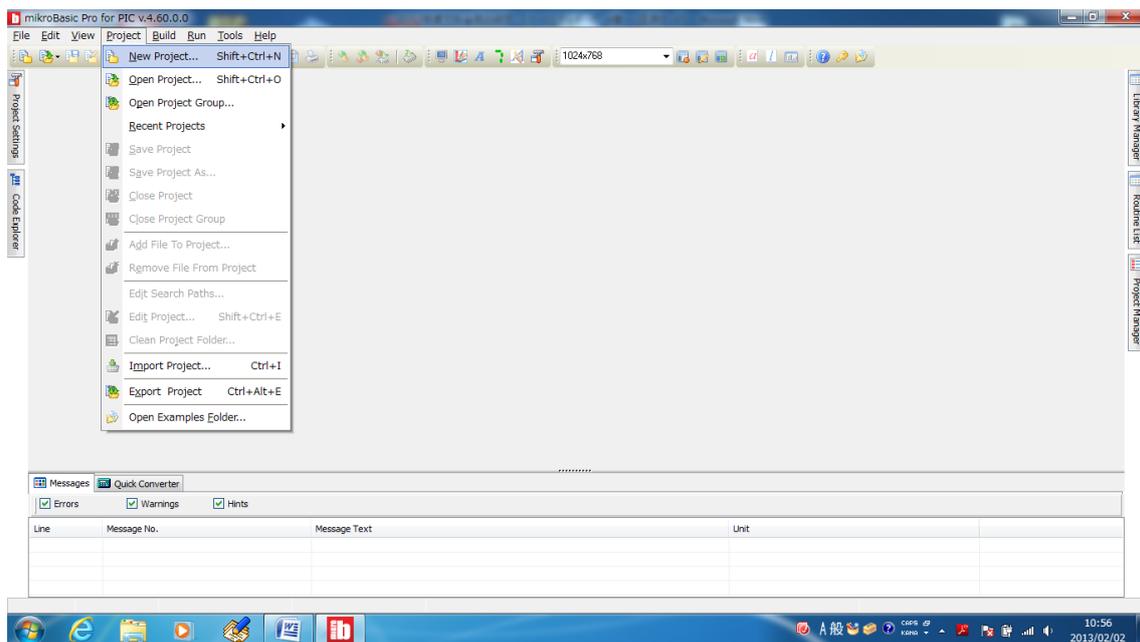
図表 79 Library に含まれる配線例

情報系 IT 専門学校の学生は、ハードウェアに関する実践知識が不足がちであるが、このような Help から使用している IC やコネクタのピン配置・接続などがわかるので、とても有意義である。

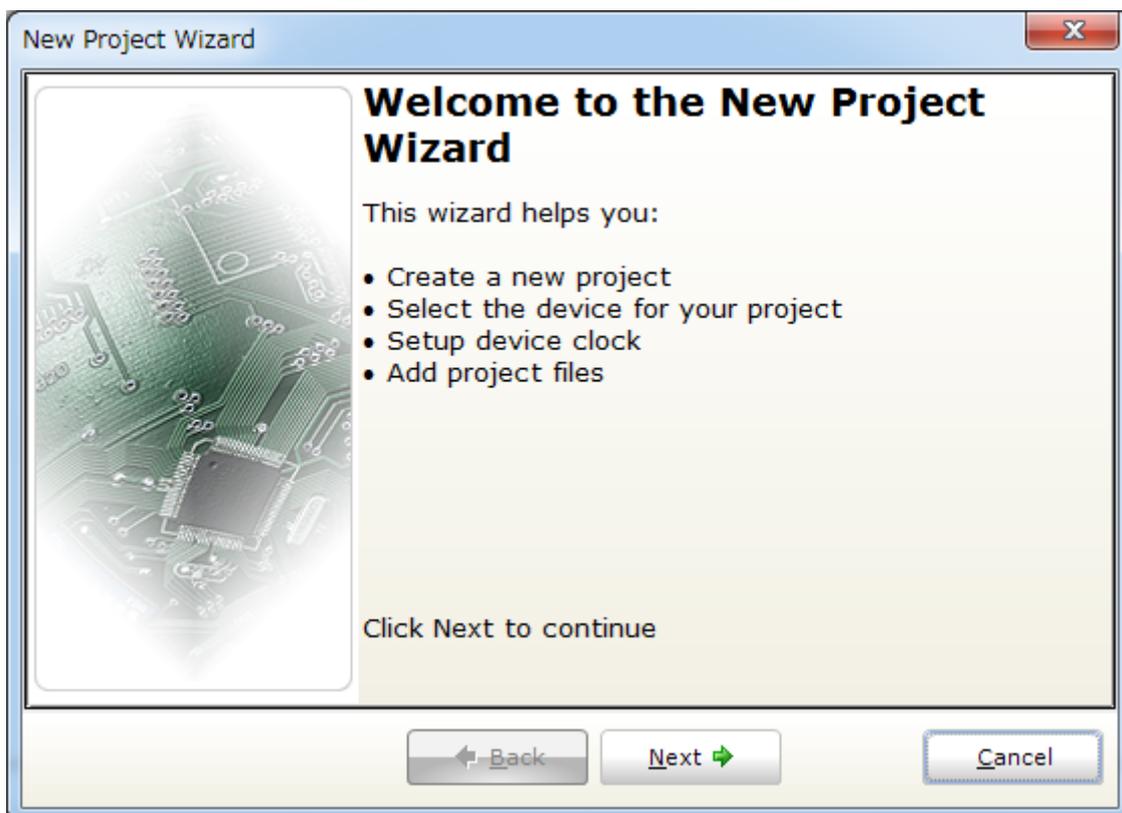
プログラムを開発するに当たり、この環境でプロジェクトを作成する。以下に手順を示す。

□メニューから Project→New Project と選択する。

『New Project Wizard』 ウィンドウが表示されるので、その指示に従って Project を作成する。

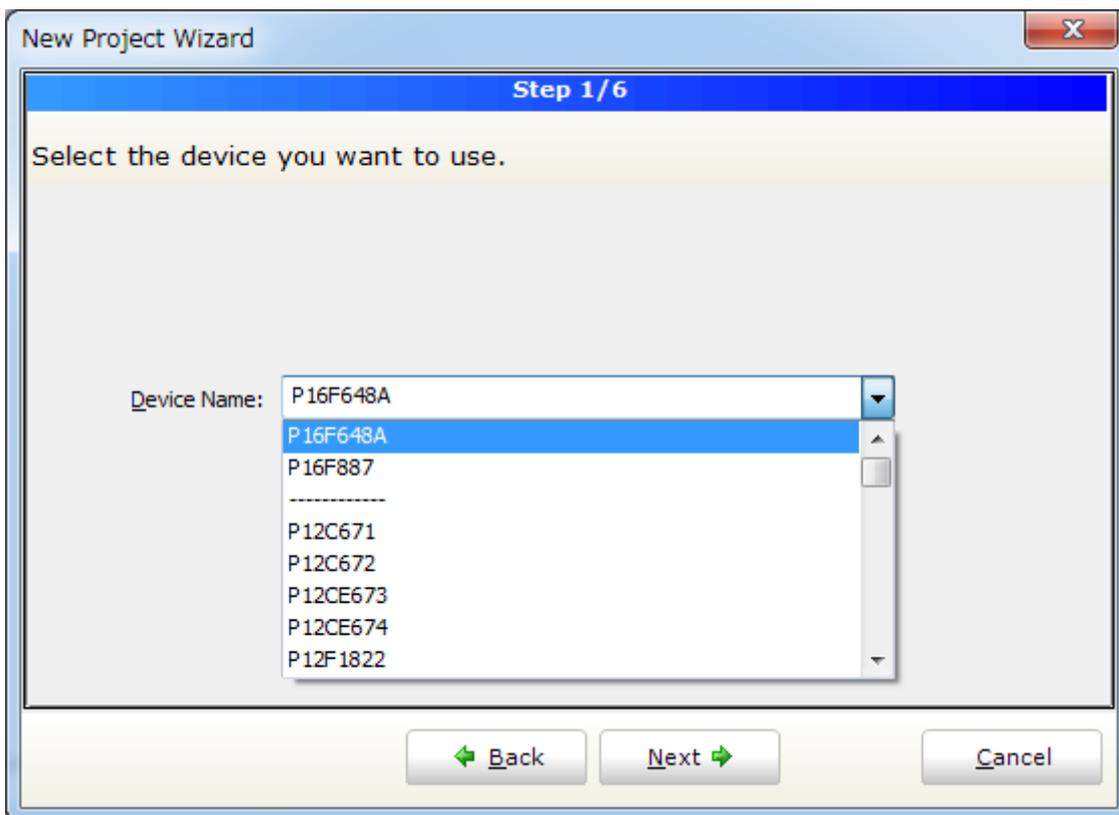


図表 80 Project 作成開始



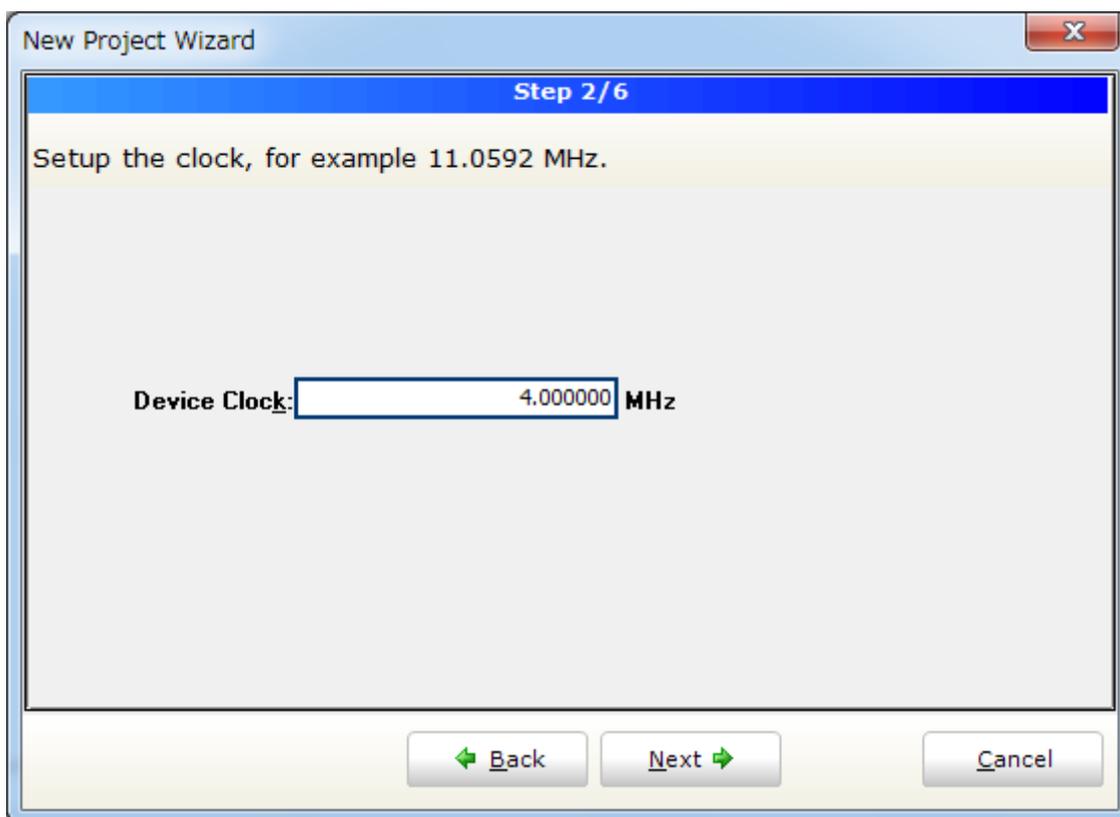
図表 81 Project 作成ウィザード

□ Wizard が開いたら、Next を選択する。



図表 82 デバイス選択

□Device を使用する PIC の型番を選択して Next をクリックする。

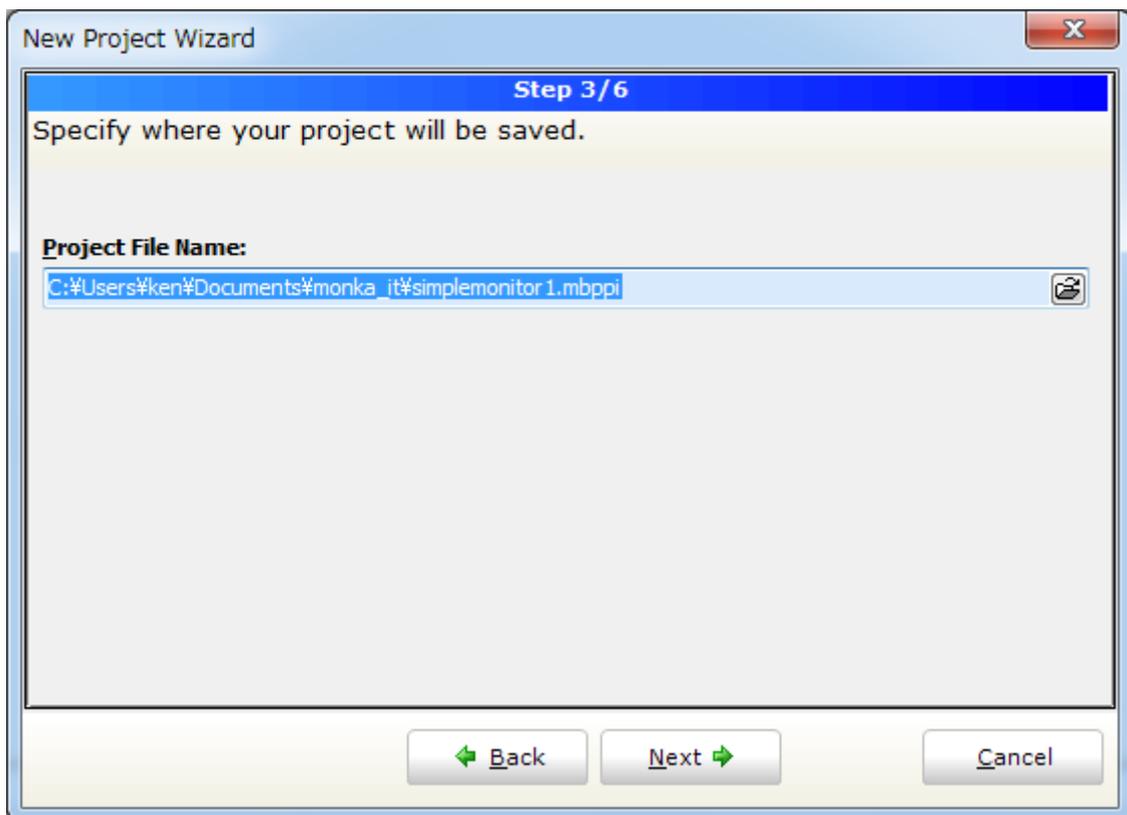


図表 83 基本クロック指定

□Device Clock の指定画面になる。マイコンは PIC に限らず基本クロックが重要で、この周波数に応じてプログラムの処理速度やタイマー基本周波数、シリアル通信の基本スピードなどが変わる。ここでは、内部クロック 4MHz を指定する。デフォルトは 8MHz である。

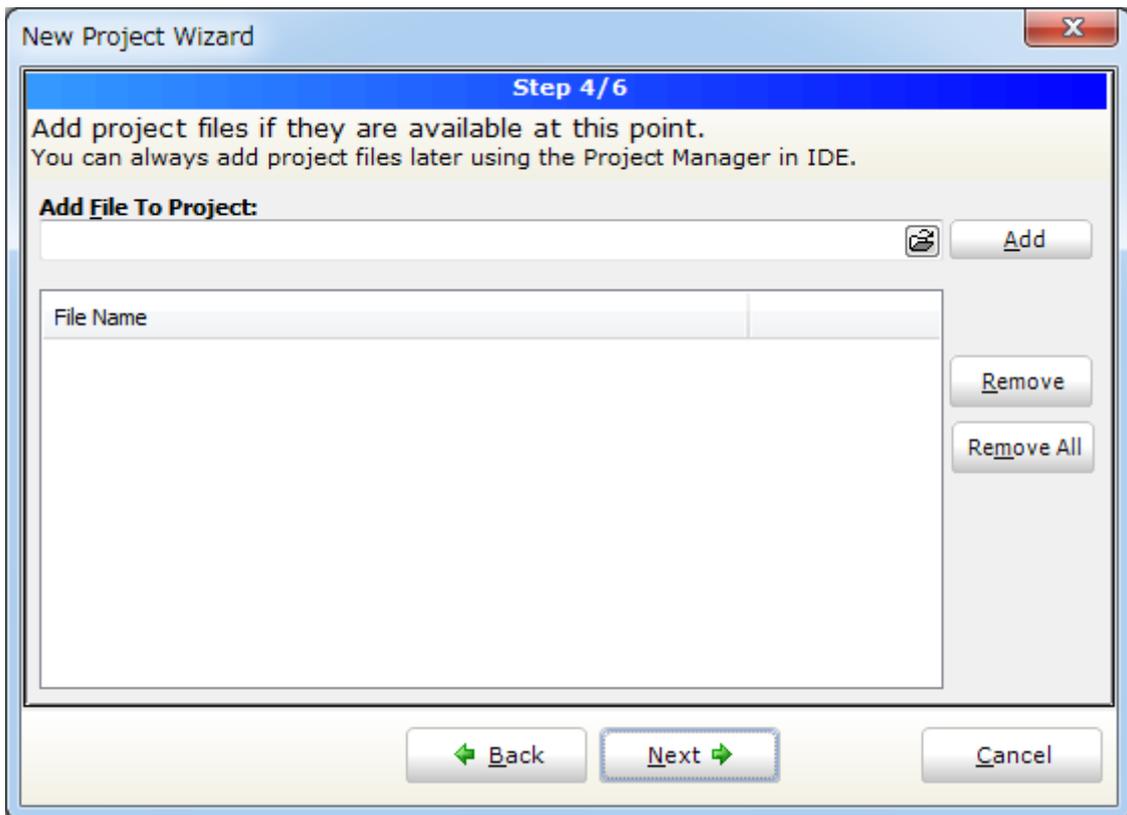
□次に、プロジェクトの名称と保存用 Path を指定する。

※Path に日本語が含まれないようにしたほうがよい。



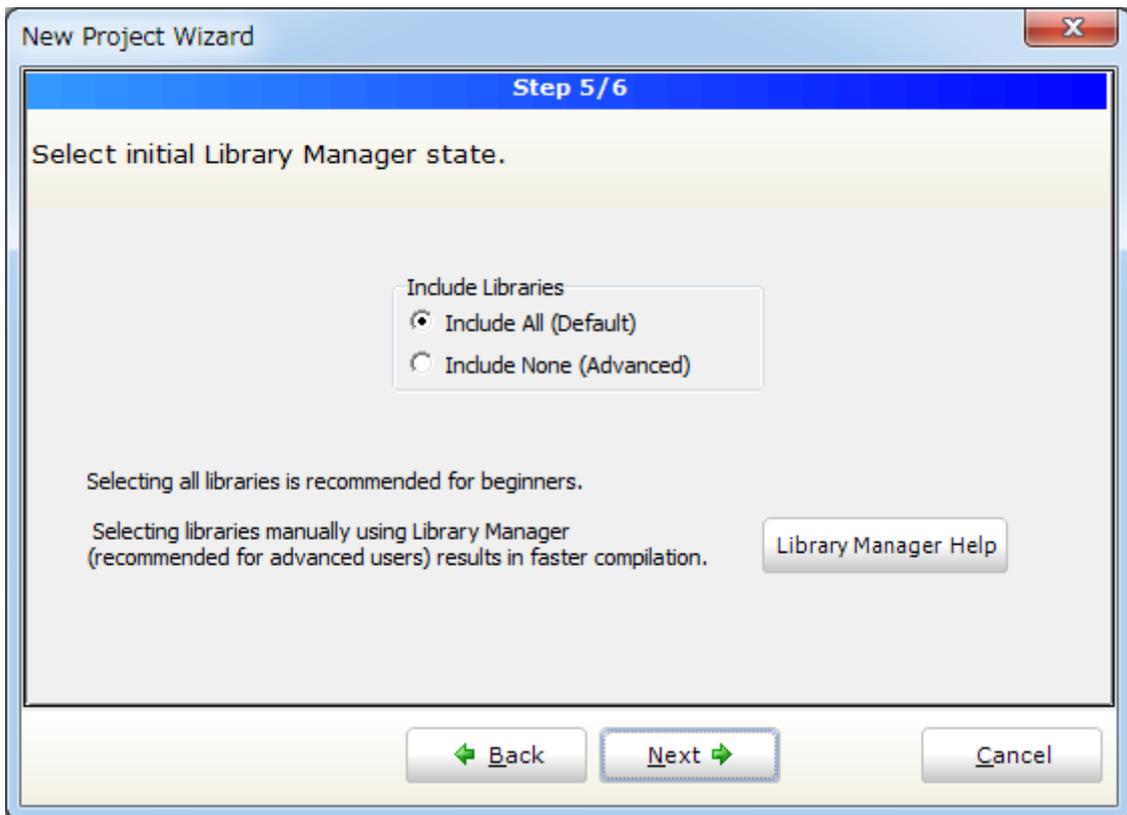
図表 84 Project の path 指定

□プロジェクトに追加するファイルを指定できるが、ここでは、そのまま Next をクリックして先に進む。

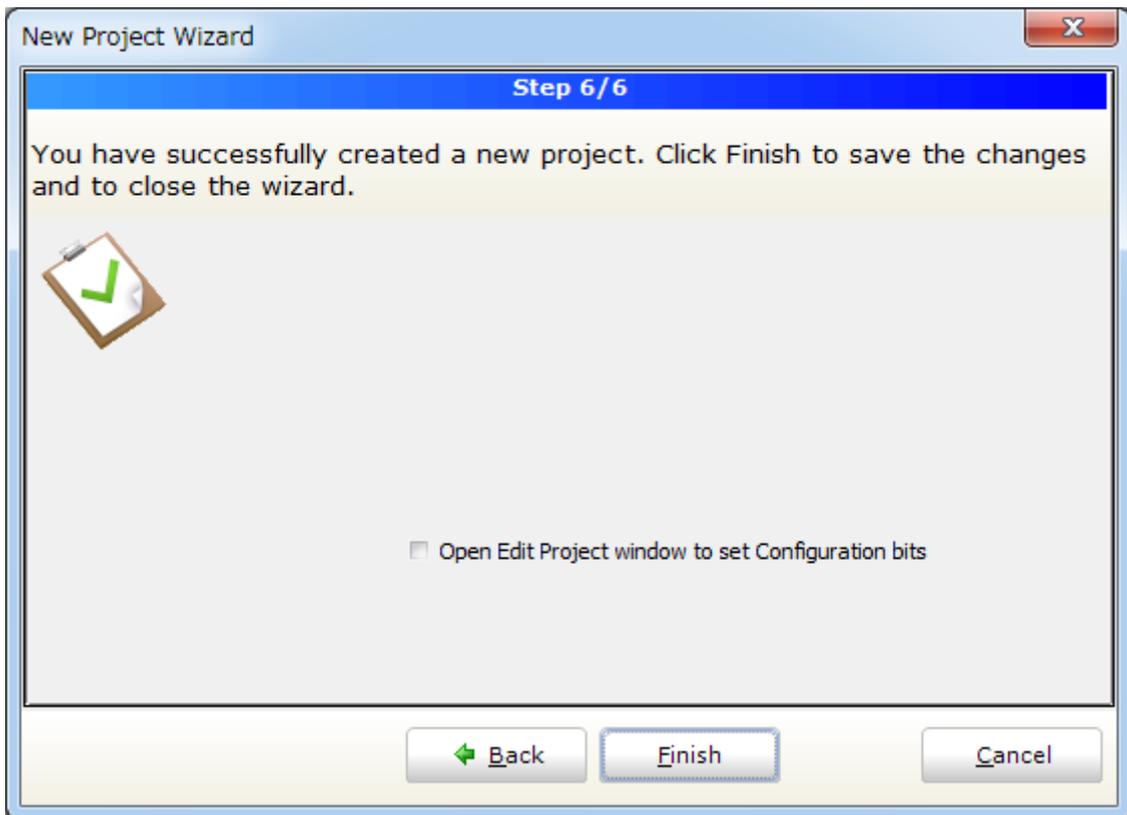


図表 85 Project にファイル追加

□使用するライブラリを指定する。Default で Next をクリックする。

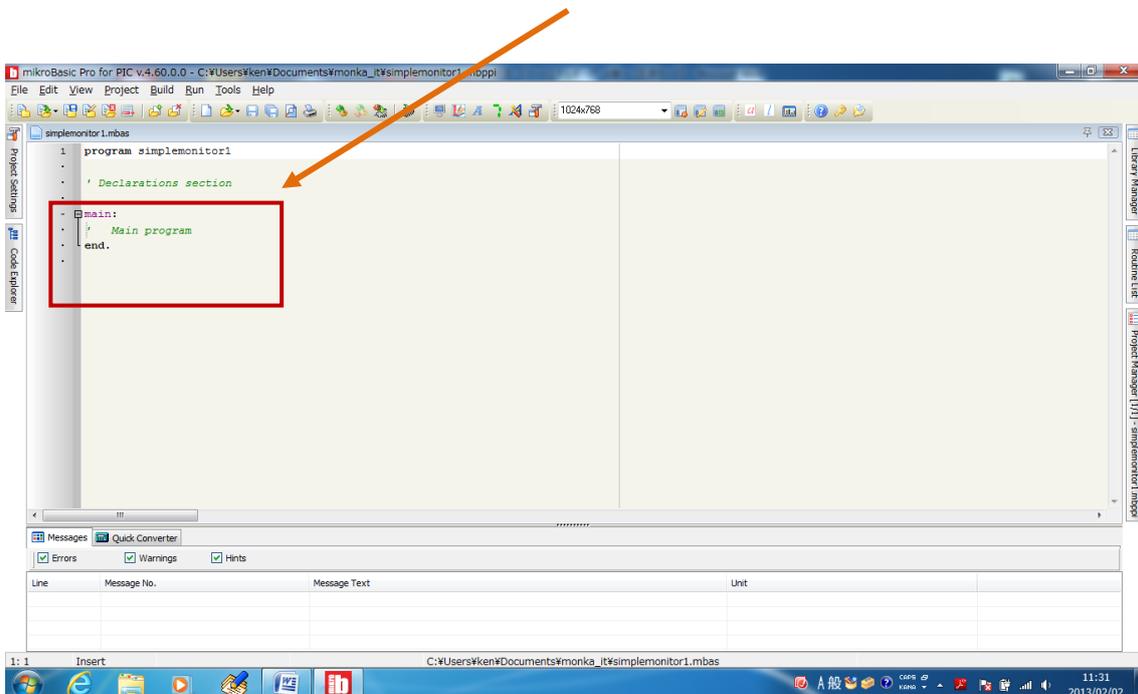


図表 86 初期の Library 指定

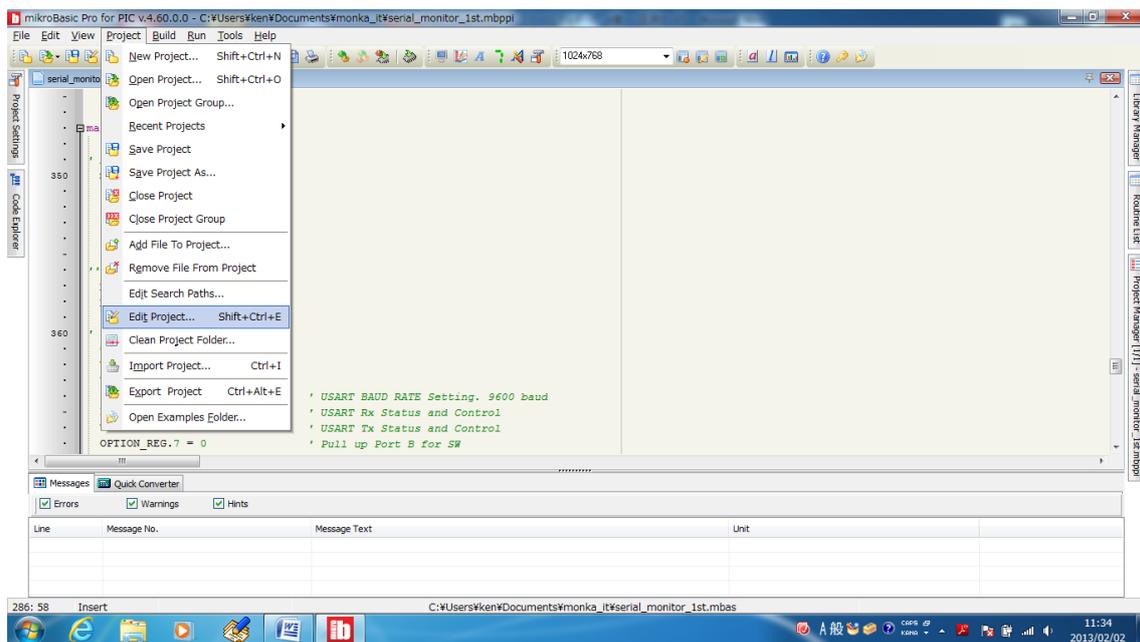


図表 87 Finish 画面

□ Finish で Project が作られて main 関数のひな型が表示される。



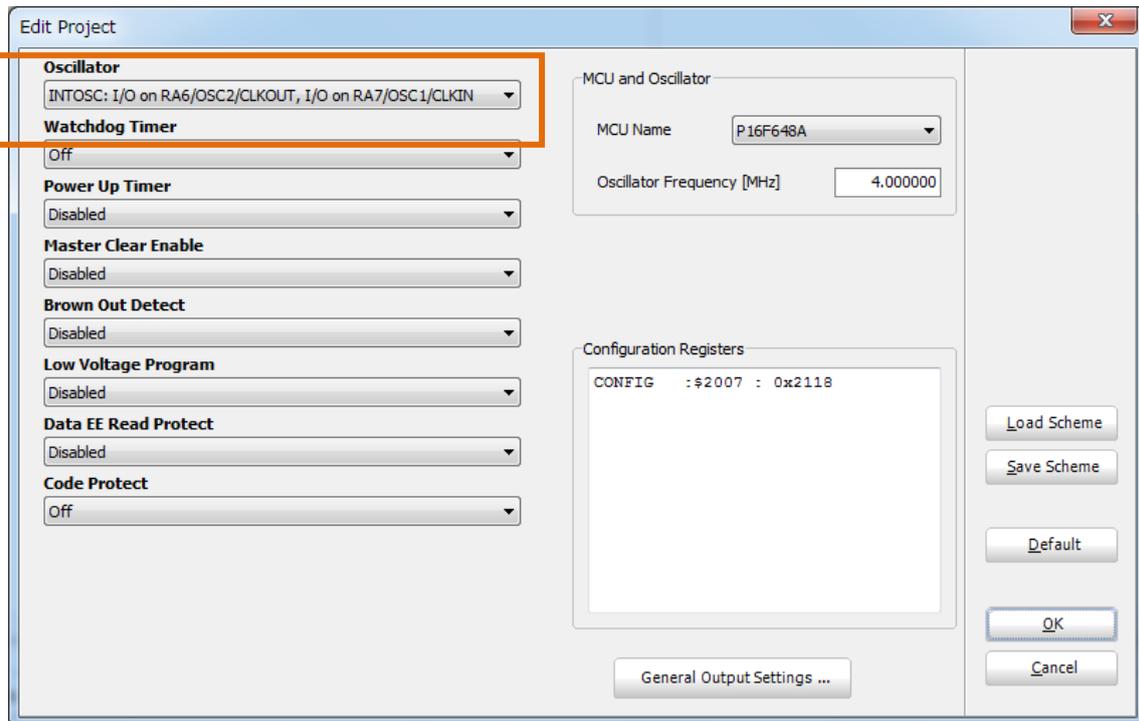
図表 88 作成された main 処理



図表 89 Configuration 選択

□メニューの Project→Edit Project で PIC マイコンの Configuration の設定を行う。下記を参考に指定する。

※Oscillator の項目で内部発振を指定する。この設定が誤っていて動作しないことがよくあるので注意する。



図表 90 Configuration 画面

◆プログラム作成

- UART によるシリアル通信は、
 - 9600bps、8bit data、1stop bit、non parity とする。
- 送信電文は、1 文字として、次のような電文とする。
 - “S”：ステータスリクエスト（計測データ要求）
 - “M”：モード変更要求
 - ※ドライブモード（D）放電テスト
 - PWM モード（P）PWM 駆動
 - “D”：PWM 駆動時の DUTY 比変更要求

LCD 表示

簡易モニターは、8 文字 2 行の LCD を持っている。効率のよい表示を行うために、送信時には、上段先頭に『@』を付けた送信項目名を表示し、下段にその内容を表示することとする。これに対して受信時は、上段先頭に『*』を付けた項目名として、受信したことを示す。

このユニットのプログラムは、main 関数の先頭部分で、PIC の I/O ポート・UART シリアルポートの設定を行い、Loop に入る。Loop では、2 つあるタクト SW の処理と Main ボードから受信した電文の処理を行う。EEPROM に書き込んである、バッテリー電圧の上限・下

限電圧の閾値のうち、下限値を一度だけ Main ボードに送信する処理を加えている。

割り込みは UART の受信割り込みを使用している。通信の電文は半角 ASCII キャラクターとし、1 文字受信するたびに割り込みが発生するので、受信バッファから取り出して、電文バッファに書き加えるプログラムを `sub procedure interrupt` として記述する。

この環境では、PIC の割り込みは全てこの名前関数で処理する。

ソースプログラムは、割り込み処理部分を含めて全体で 450 行程度に収まり、大変効率のよいプログラムとなった。

例として、SW2 クリック時のモードセット電文送信時は、次のように記述する。送信時なので、1 行目先頭に @ マークを表示している。

```
Lcd_Out(1,1,"@MODE  ") 'LCD 1 行目 1 カラムから表示 (常に 8 文字)
Lcd_Out(2,1,"  SET") 'LCD 2 行目 1 カラムから表示 (常に 8 文字)
UART1_Write_Text("M") 'モード変更要求電文の送信
```

受信時の電文は、LCD 表示文字列そのものを、先頭に "U" または "L" をつけて Main ボードが送信する。先頭 1 文字で上段か下段かの判断をして受信した電文を、そのまま表示する。

プログラム²²は次のような構成になっている。

1). dim で始まる定義ブロック

PIC の I/O ポートの用途ごとの割当て設定を使用するライブラリ用に設定する。また、ポート名称を何レジスタの何 bit 目、という表現ではわかりにくいので、用途に応じた名称に定義する。

また、システムで使用するワークエリア用メモリの設定・定数の定義などもこのブロックで行う。

2). 関数定義ブロック

`sub Procedure XXXX()`~`end sub` で囲まれたブロックで、各関数 (サブルーチン) を記述した部分である

`sub Procedure interrupt XXXX()`~`end sub` で囲まれたブロックは、割り込み処理のプロ

²² プログラムの全体は、巻末付録の教材 C に収録している。

グラムである。各 PIC で使用できる割り込みは、全てこの記述をした関数内で処理することとなるので、この関数の冒頭は、どの割り込みなのかを判断することになる。簡易モニターでは、UART シリアル通信の受信割り込みだけ使用しているので、該当する割り込みであることを示す bit がセットされているかを調べている。

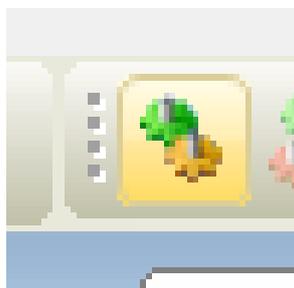
3). main()~end.ブロック

主たる処理のプログラムを記述した部分である。ここまでに宣言、定義した変数・定数や、記述した関数を使いながら、PIC がリセットされた直後からの処理を記述するので、この関数の冒頭には、変数の初期設定や、I/O ポートの方向設定などを記述する。

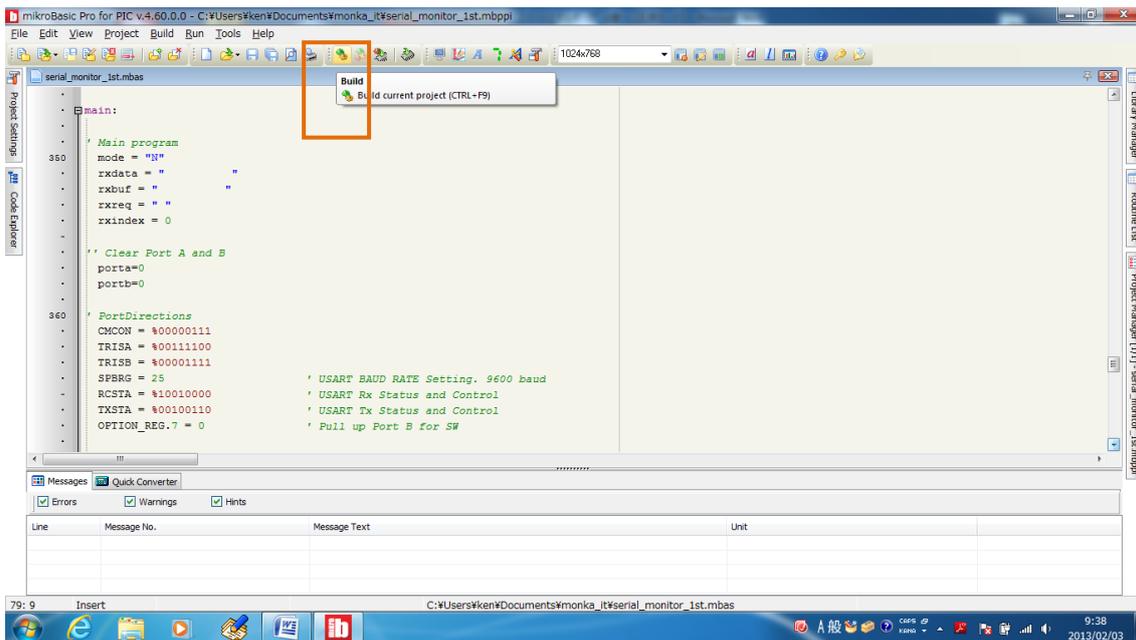
◆Build

コンパイル等一連の実行可能ファイルを生成する手続きを **Build** と呼んでいる。mikroBasic のウインドウにある該当のボタンをクリックすれば、コンパイル～リンク～hex ファイル生成までが行われる。

ウインドウの上部にある、歯車がかみ合っているボタンをクリックすると、**Build** が行われる。



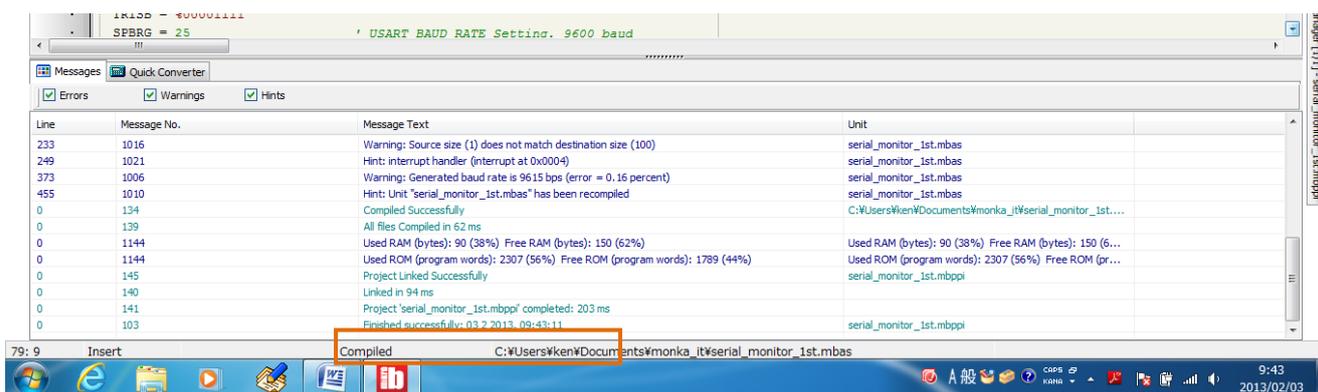
図表 91 Build ボタン



図表 92 Project の Build

□ウインドウ下部に Build の進捗が示され、エラーがあれば赤く表示される。エラー該当部分は、ファイル名と行番号が示されているので、そこをダブルクリックすれば、ソースプログラムの該当部分にカーソルが移動する。

エラーがなくコンパイル・リンク・hex ファイル生成まで終了すると、ウインドウ下部の最後の行に『Finished successfully』と表示される。



図表 93 Build 結果表示

◆書き込み

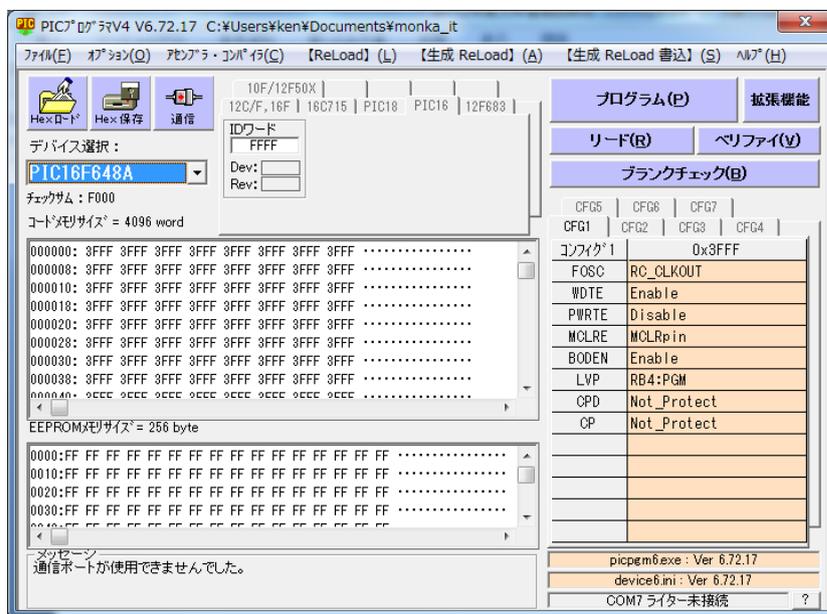
生成された hex ファイルを PIC に書き込む。この作業には、『PIC プログラマー』と呼ばれるツールを使う。(写真)



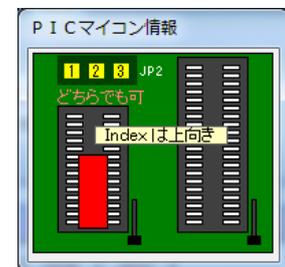
図表 94 PIC プログラマー

この基板を PC にシリアルケーブル (RS232C) 経由で接続して、PIC に hex ファイルを書き込む。書き込む際は、専用の書き込みソフトがあるので、これを利用する。

基板上のソケットに PIC を差し込んで、書き込みソフトのプログラムボタンを操作して書き込みを行う。ソケットは 2 つあるが、書き込みソフトでどちらを使用するか指示が出るので、それに従い PIC を差し込む。



書き込み操作画面



ソケット使用指示

図表 95 書き込み操作

このプログラマ以外にも書き込みの方法があるが、それは Main ボードの項で解説する。

2.2.4.2 Main ボード

◆開発環境

Main ボードは、PIC の開発元『Microchip』社が公開している無償の開発環境を使用して開発する。

簡易モニターも mikroBasic を使わず、こちらで説明する環境を使用して開発することも可能である。IT 専門学校の教材としても使用できるようにするため、この研究では意識して 2 つの環境を使っているが、いずれも無償で使える。簡易モニターが Basic 言語を用いたのに対して、Main ボードは、組込みマイコンソフトではごく普通に使われる C 言語で開発する。コンパイラも PIC の種類に応じて複数公開されているので、使用する PIC に対応したものをダウンロードして使う。以下、環境作成の手順を示す。

【注意事項】

この研究に使用した環境は、現行のものより一世代前のものである。現在は更新されて、旧版は入手できなくなっているため、ここでは最新版の IDE について、入手とインストールの解説をしている。

最新の環境は統合開発環境として『MPLAB X IDE』という名称で、Microchip 社の HP から入手する。

□HP の TOP メニューからダウンロードに移動する。



図表 96 Microchip 社のホームページ

□ダウンロードメニューの『ツール/ユーザガイド』を選択する。



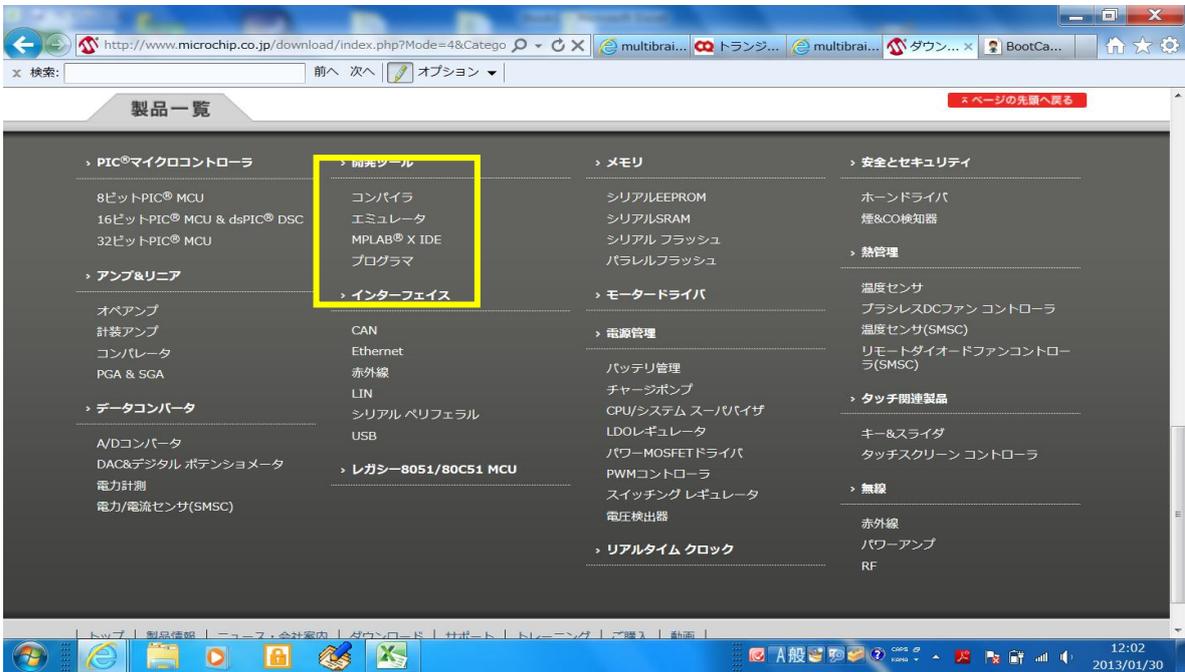
図表 97 ダウンロード

□表示される画面を下にスクロールする。



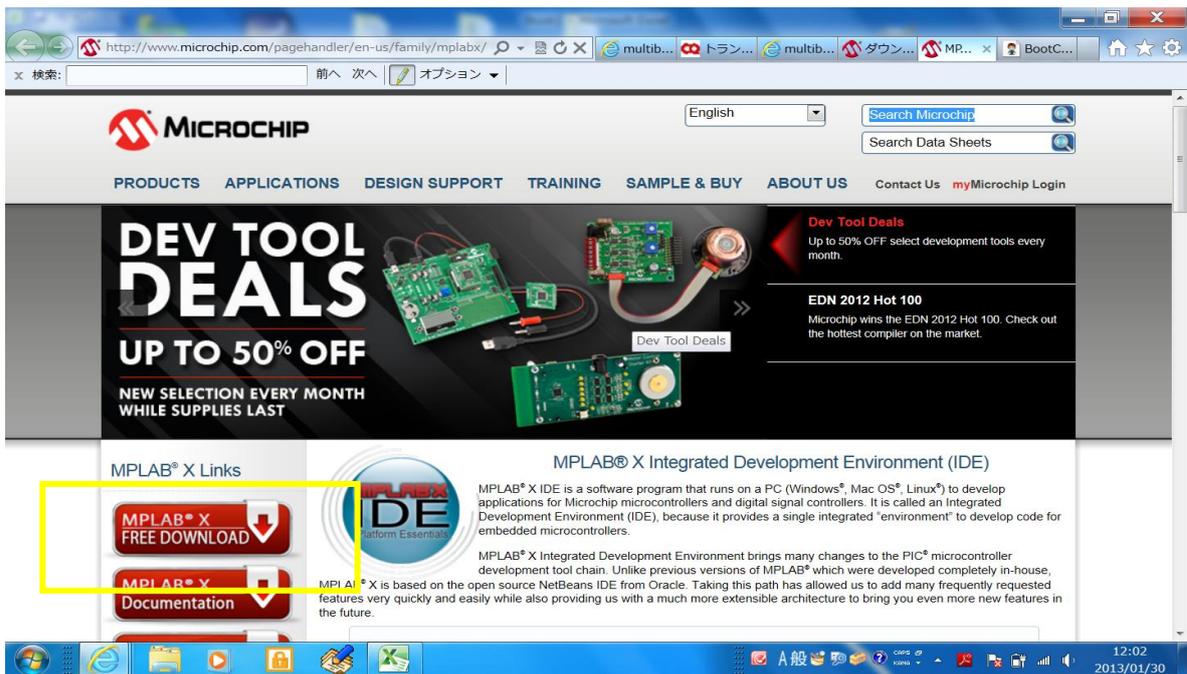
図表 98 ツール/ユーザーガイド

□製品一覧タブがある。ここで開発ツールグループの MPLAB X IDE を選択する。



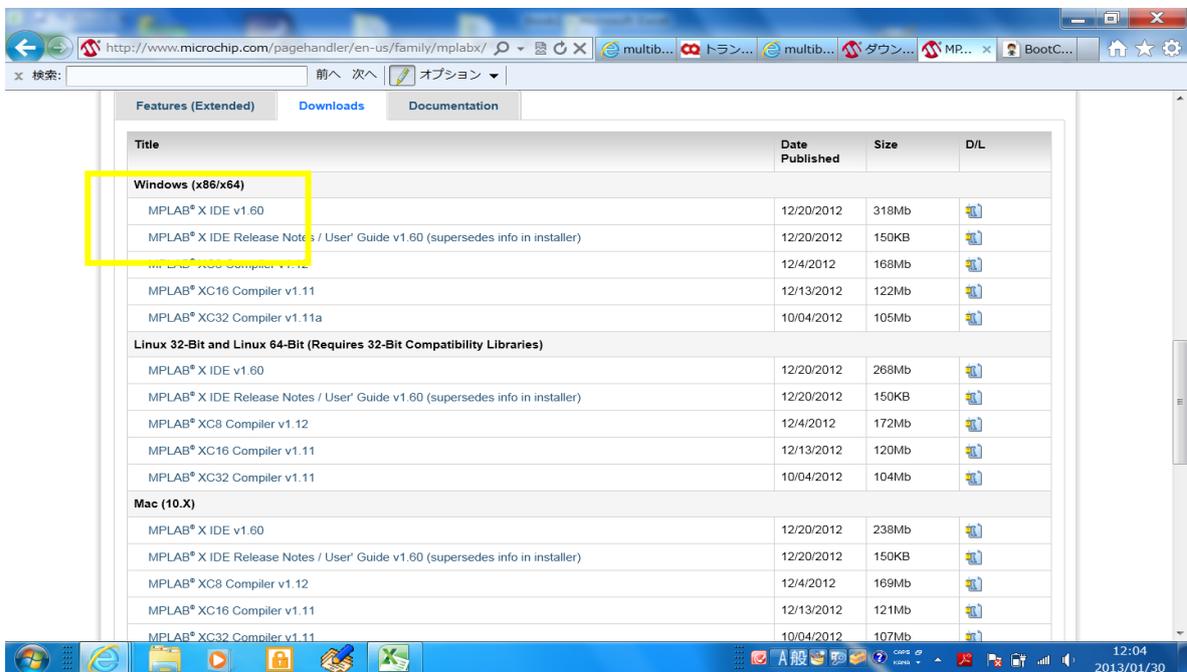
図表 99 開発ツールグループ

□MPLAB X FREE DOWNLOAD を選択する。



図表 100 Download 選択

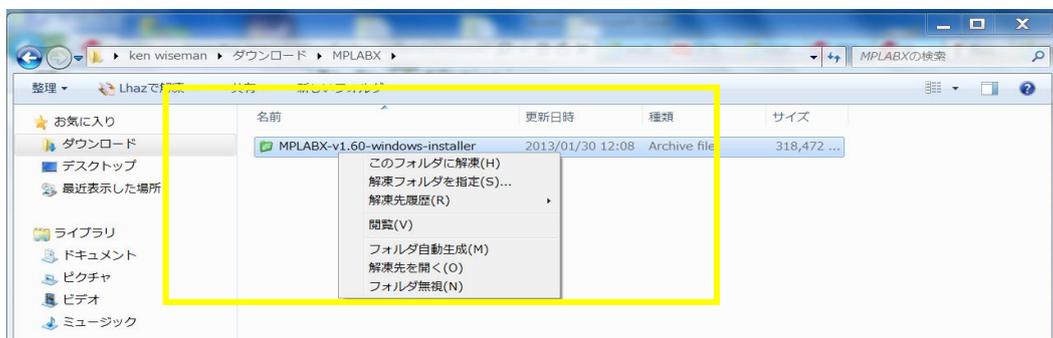
□対象 OS ごとにファイルが分かれているので、ここでは Windows 版を選択してダウンロードする。保存フォルダを確認するウィンドウが表示されるので、適宜指定する。



図表 101 MPLAB X IDE 選択

□指定したフォルダに、最新版の IDE ファイルが保存されているので、ダブルクリックし

て解凍する。



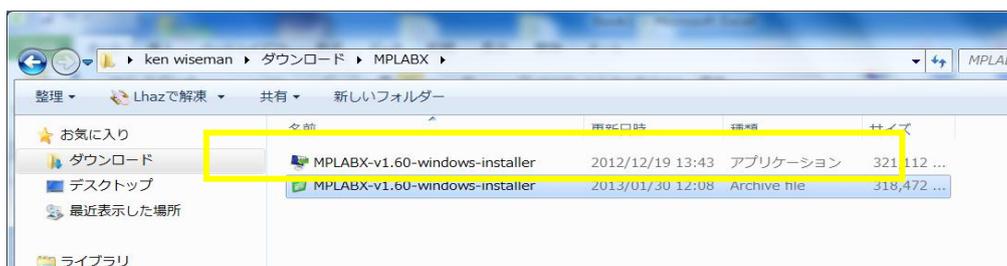
図表 102 解凍

□解凍時にインジケータが表示される。



図表 103 解凍中の表示

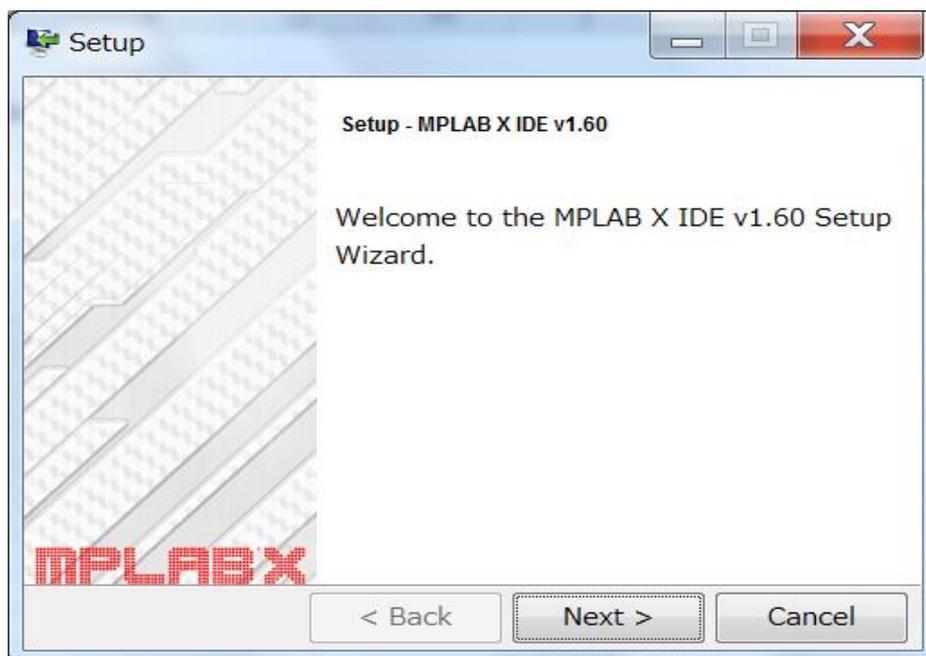
□解凍されたファイルができるので、そのファイルをダブルクリックしてインストールを始める。



図表 104 インストーラー開始

以下、インストールの手順を示す。

□Setup Wizard が開始されるので、そのまま Next をクリックする。



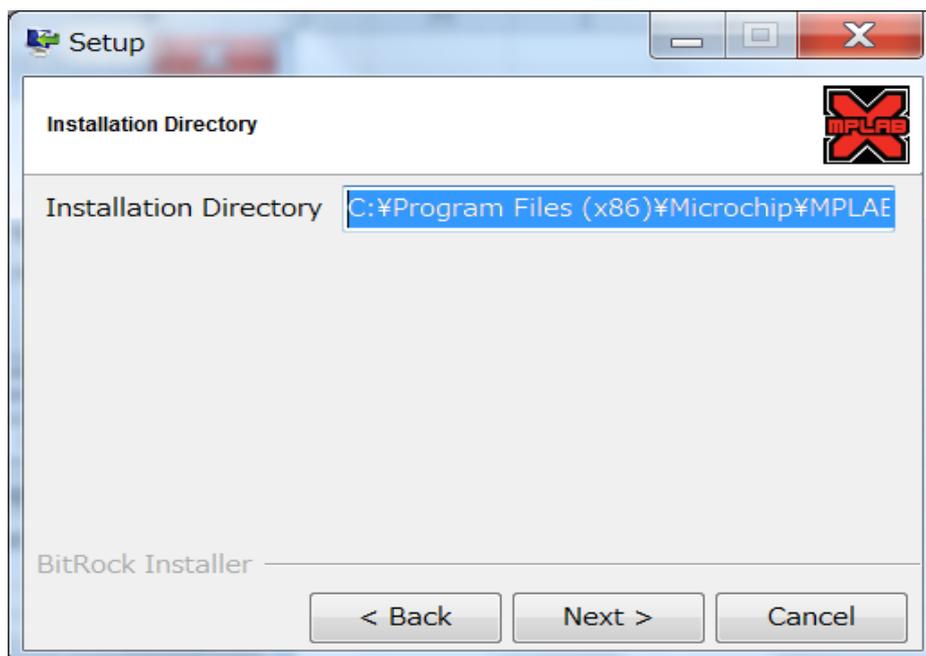
図表 105 Setup Wizard 開始

□ライセンス確認画面では、『I accept・・・』を選択して Next ボタンをクリックする。



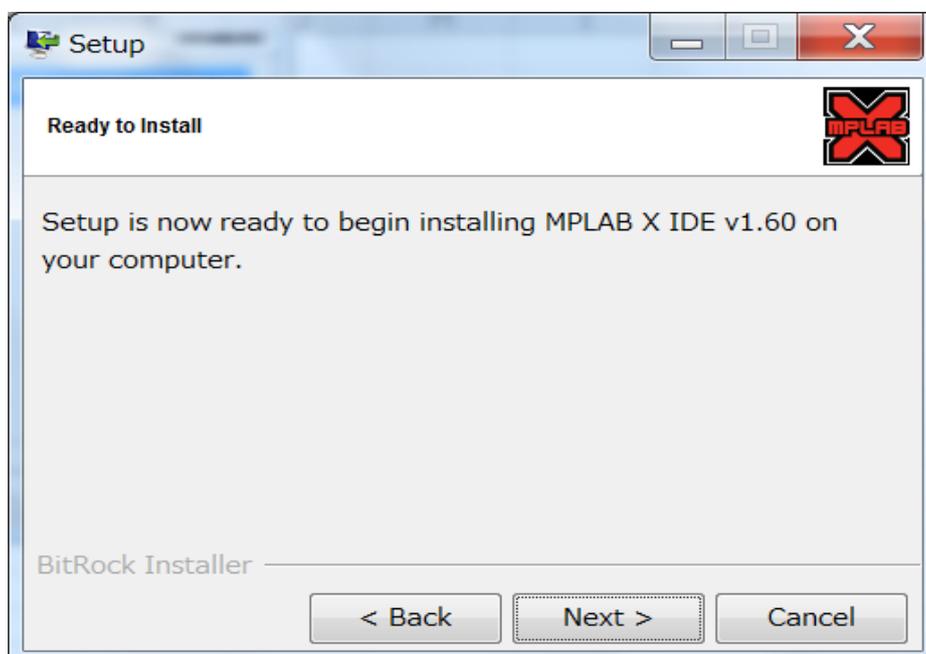
図表 106 ライセンス確認

□インストールするフォルダを指定する。ここではそのまま Next ボタンをクリックする。



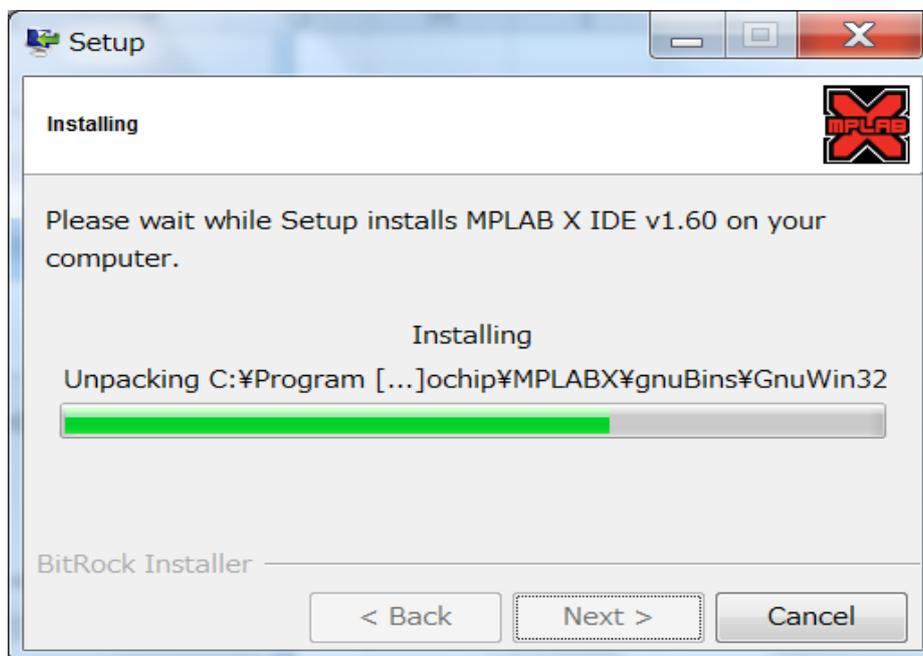
図表 107 フォルダ指定

□ここままで、事前の指定が終了する。Next ボタンをクリックすると、インストールが開始される。



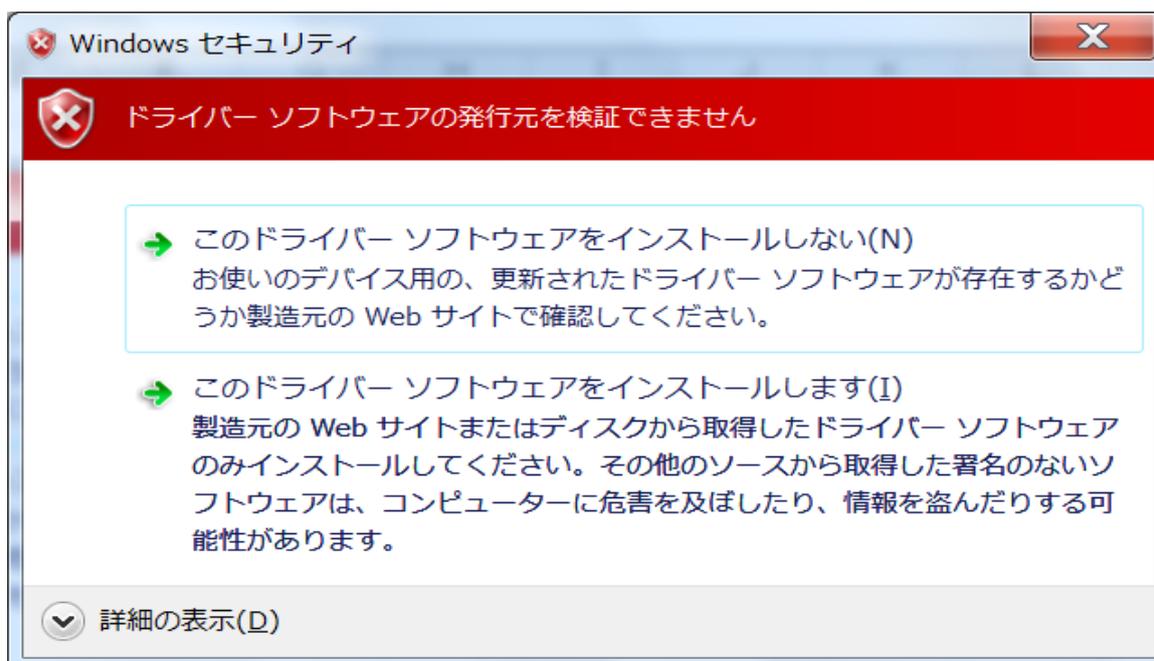
図表 108 インストールの開始確認

□インジケータが進行する。



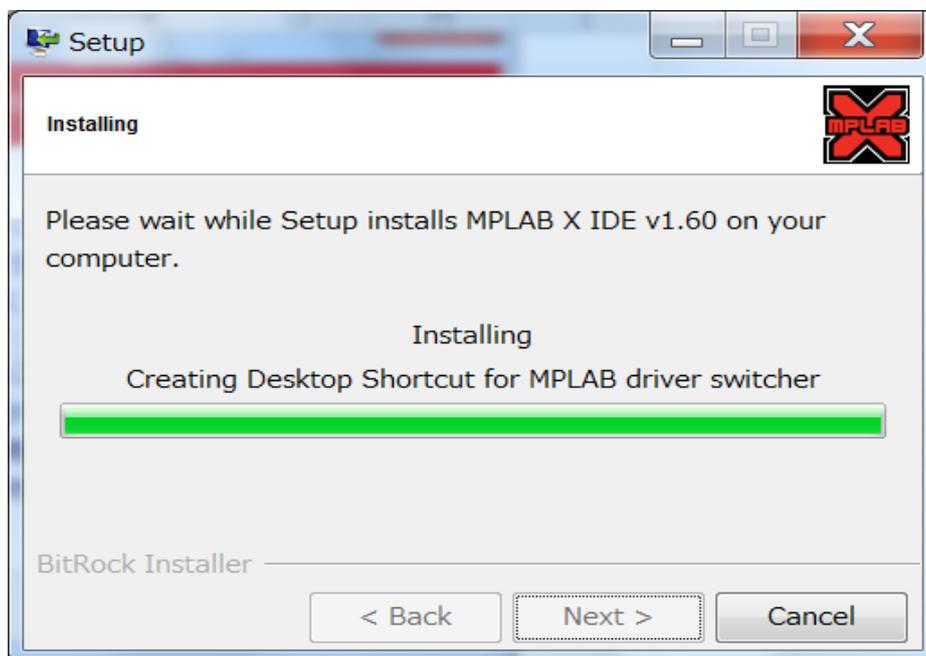
図表 109 インストールインジケータ

□セキュリティ画面が表示されたら、『インストールします』を選択して先に進む。



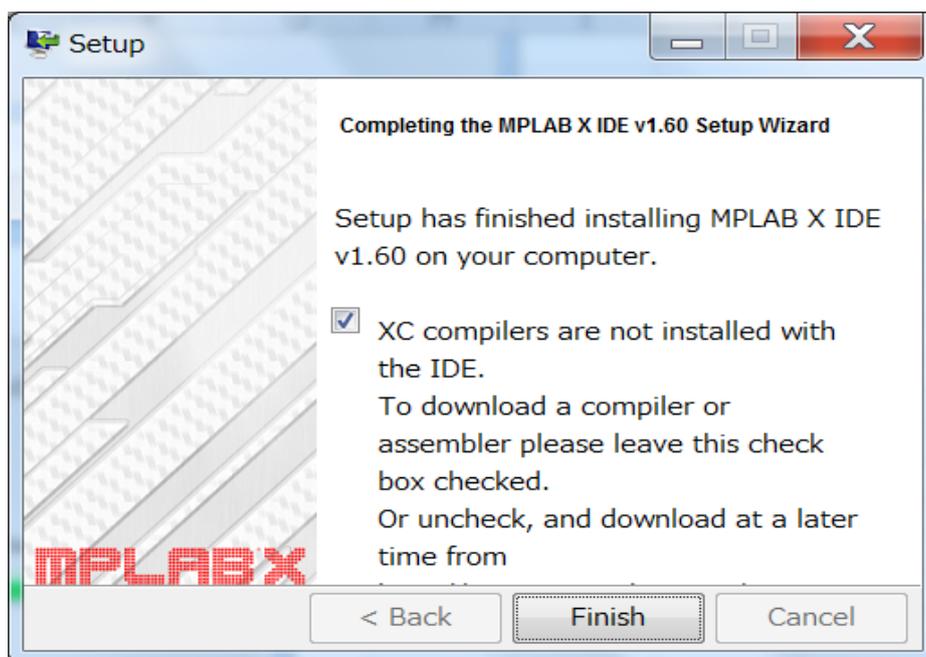
図表 110 セキュリティ確認

□さらにインジケータが進む。



図表 111 インストールインジケータ

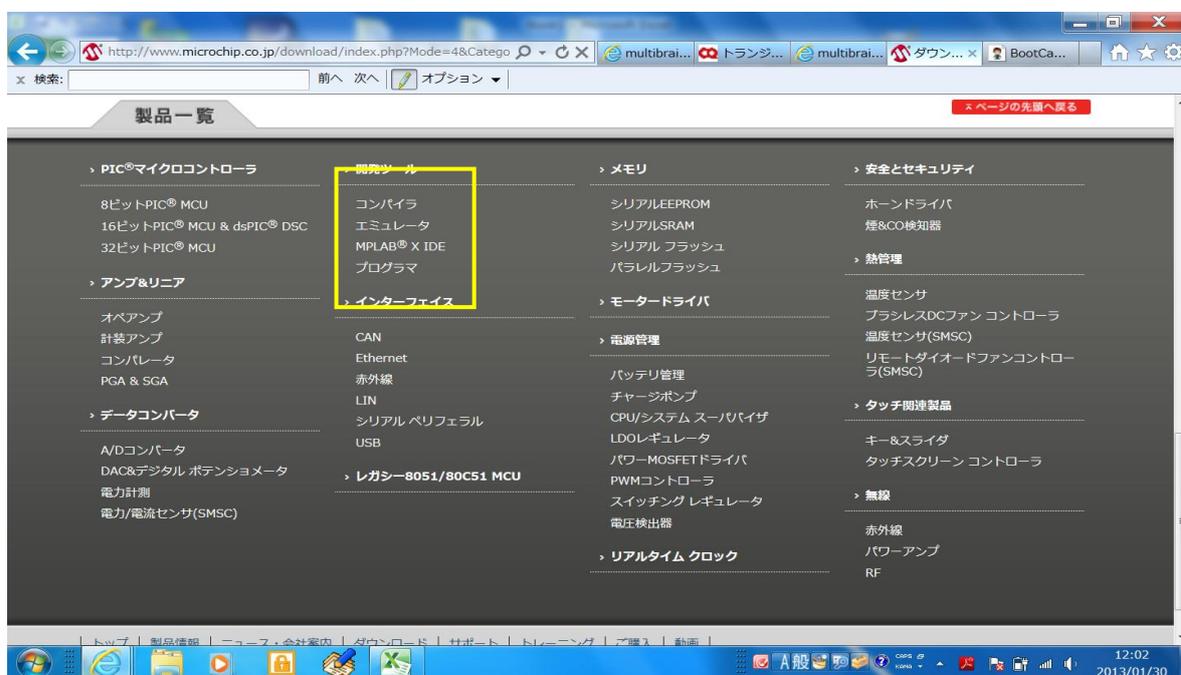
□しばらくすると、インストールが完了する。Finish ボタンをクリックして、インストールを完了させる。



図表 112 インストール完了

次に、コンパイラを入手する。

□Microchip 社 HP の開発ツールグループから、コンパイラを選択する。



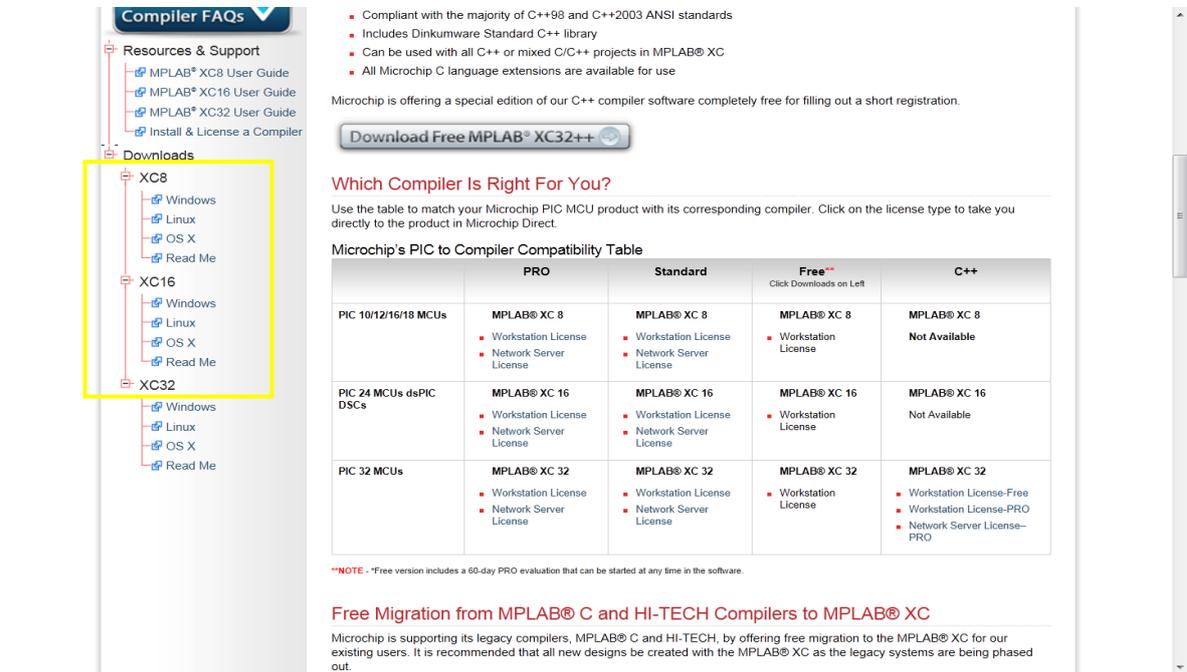
図表 113 コンパイラ選択

□移動先画面をさらに下にスクロールする。



図表 114 XC コンパイラ

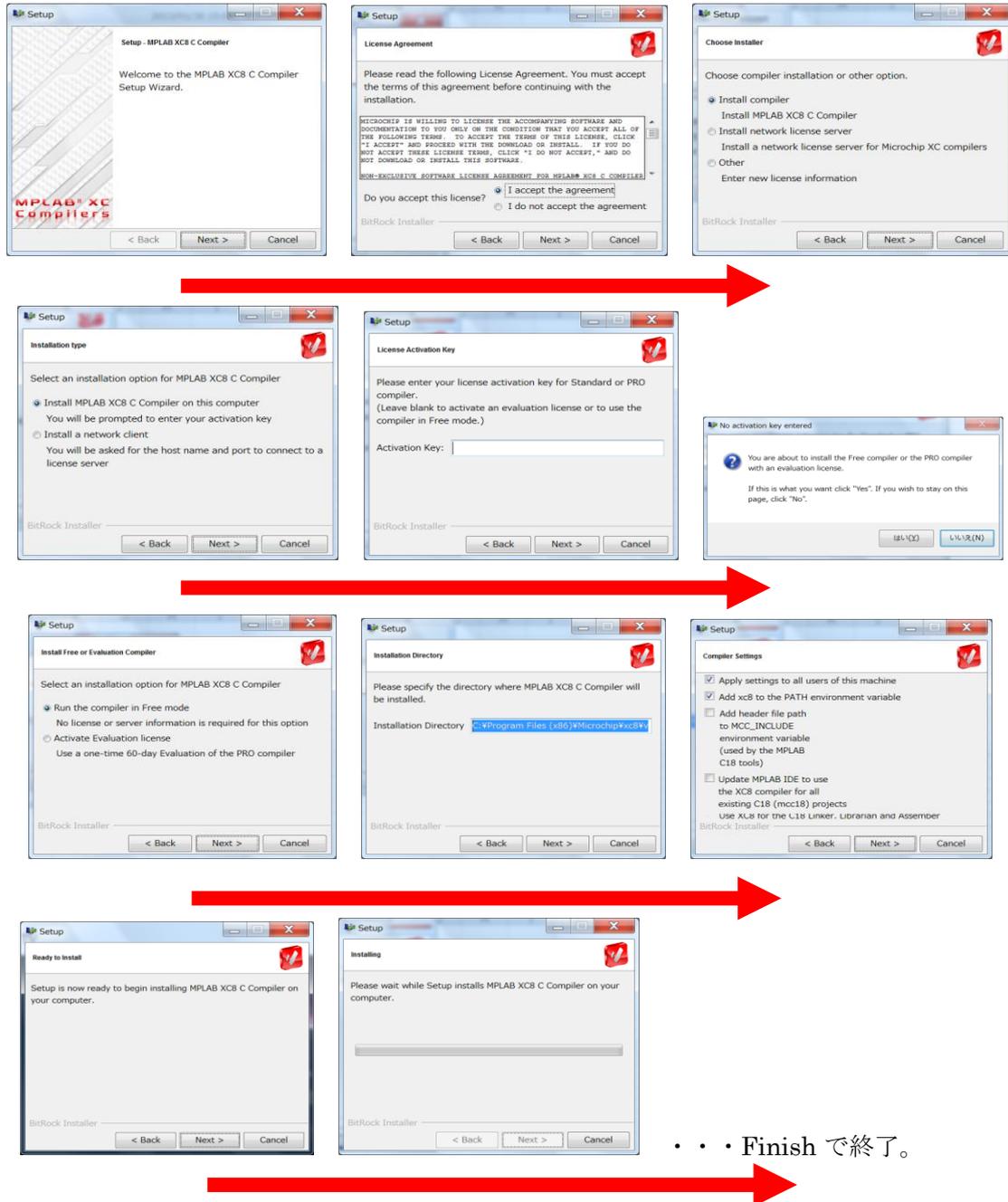
□画面左側表示の XC8 または XC16 を選択する。



図表 115 XC コンパイラ選択

※XC8は8bitPIC用、XC16は16bit用PIC用である。簡易モニターのPICはXC8で、MainボードのPICはXC16で開発できる。

インストールは、ダウンロードしたファイルを解凍してできるファイルを実行するだけでよい。XC8、XC16 と操作の違いはないので、ここでは、XC8 を例に Setup 開始からの画面遷移を列記する。



XC コンパイラインストール進行

図表 116 Setup 開始からの画面遷移

◆プログラム作成

PIC マイコンを使用して Bluetooth 経由で Android タブレットと通信するシステムのサンプルは、PIC メーカーからもライブラリが公開されている。また、それを利用したサンプルが WEB 上に数多く公開されている。PIC で USB に取り付けられた Bluetooth を使うには、2 つの大きなプログラムが必要になる。

- ①. USB 制御ソフト
- ②. Bluetooth 制御ソフト

いずれも、何もない状態から開発すると大変な工数がかかり、この研究の主題から外れてしまうので、公開されているシステムをうまく使い、追加作成する部分の設計を行う。

main()関数に次のタスクを作成する。

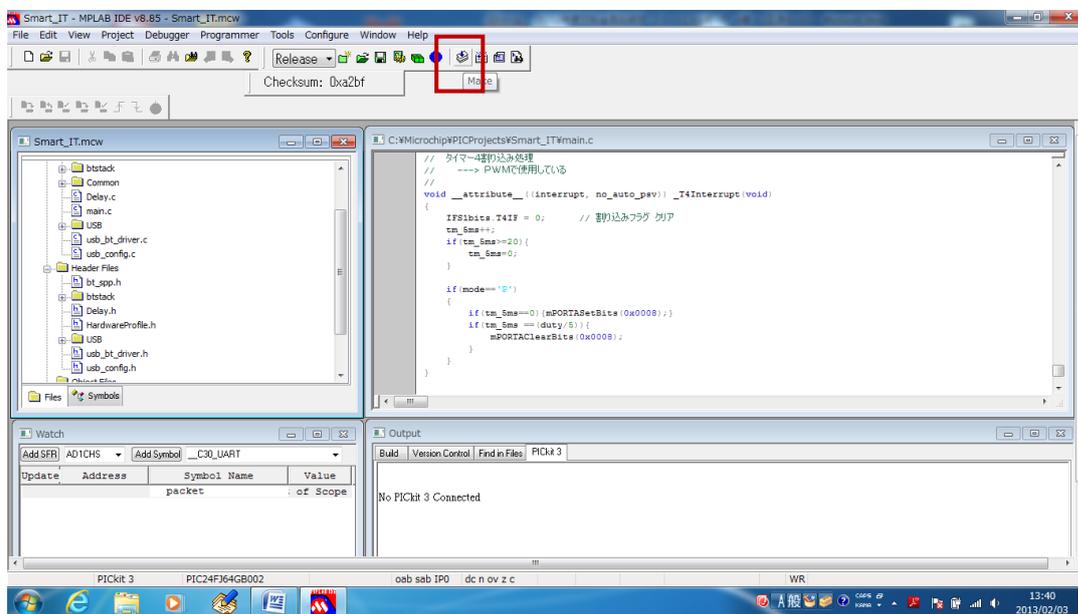
- ①. Bluetooth 受信タスク
対向 Android から Bluetooth 経由で電文を受信する。
- ②. 通信テストタスク
Main ボードの通信テスト SW が操作されたことを対向 Android に通知する。
- ③. 放電テストタスク
放電テスト SW の操作を処理するタスク。SW が操作されたことに対する内部処理と、簡易モニター・Android への通知が処理の内容である。
- ④. 充電テストタスク
充電テスト SW の操作を処理するタスク。SW が操作されたことに対する内部処理と、簡易モニター・Android への通知が処理の内容である。
- ⑤. ハートビート LED タスク
main()関数の処理の進み具合を表示する LED の点滅を制御する。
- ⑥. シリアル受信タスク
UART 経由の受信処理を行う。対向機は簡易モニターである。
- ⑦. main 制御タスク
バッテリーの電圧を閾値と比較しながら充電・放電の制御を行う。また、停電検出信号の監視も行う。
- ⑧. SPP 受信処理
このシステムは、Bluetooth 通信を『SPP プロファイル』(Serial Port Profile) という方式で使用する。この方式は、Bluetooth で接続される 2 つの機器の通信をシリアル通信でエミュレートして、無線であることを意識せずに使用することができて大変便利である。この通信の受信の部分 (Android からの受信電文処理) を行う。
- ⑨. 上記プログラムを全体的に制御する main()関数

以上、9つの部分を作成する。

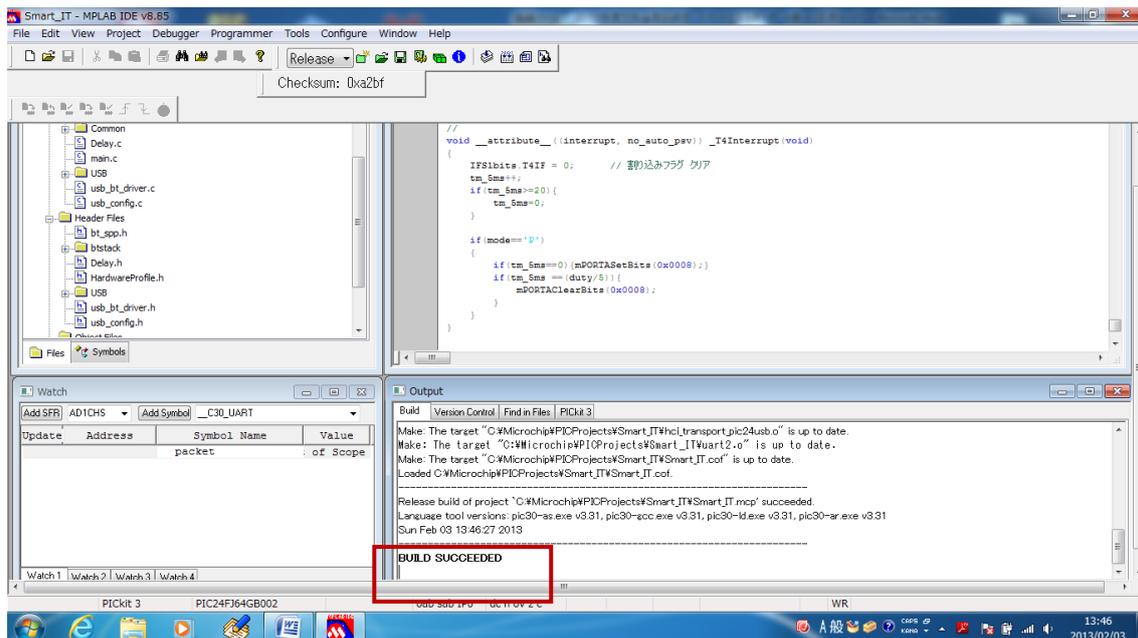
⑧を除く①~⑨は、main()関数と同じファイル main.c に記述している。⑧は、bt_spp_recieve_callback()関数として作成している。

◆Make

簡易モニターの開発環境では Build であったが、こちらの環境では Make となっている。開発時に使用した MPLAB IDE のウインドウの上部にある Make ボタンをクリックすれば、コンパイル~リンク~hex ファイル生成まで一連の作業を実行する。



図表 117 Make ボタン



図表 118 Make 成功

Make によるエラー検出がなければ、右下 Output ウィンドウの最後に、『BUILD SUCCEEDED』と表示される。

◆書き込み

でき上がった hex ファイルは、やはりプログラマという装置で PIC に書き込む。MainCPU では、簡易モニターとは違った装置で書き込む。

MainCPU は、ICSP(In Circuit Serial Programming)という手法が使える。書き込みに使用する装置は、Microchip 社の PICKIT3 というもので、CPU を基板に装着したまま、hex ファイルの書き込みができる。



図表 119 ICSP による書き込みの様子 Make 成功

書き込み操作は PICKIT3 を USB 接続して、使用している IDE ウィンドウで、上部にあるメニューから Programmer→Program と選択する。書き込みは数秒で完了する。

2.2.4.3 Android タブレット

今回の研究では、既に有限会社ワイズマンで開発された既存のタブレットモニターを基本にしているが、参考のためにソフトウェア開発などについて説明する。

◆開発環境

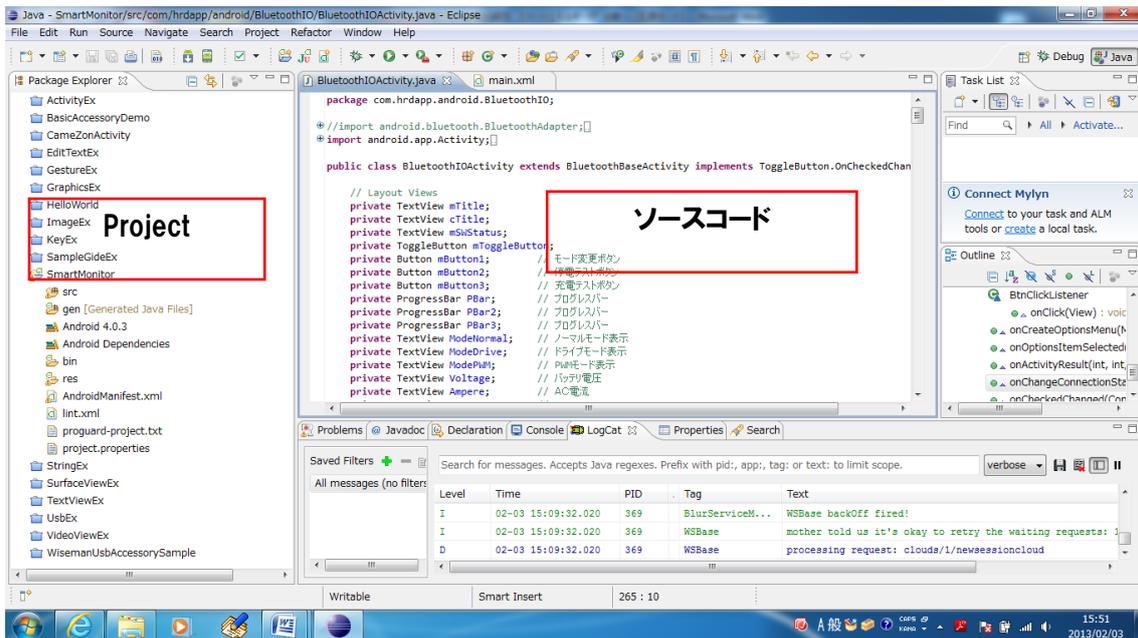
Android の開発環境も、無償で提供されているものが利用できる。

次の 4 つのプログラムを順にインストールして環境を作成する。

- ①. Java 開発キット (JDK) のインストール
- ②. 統合開発環境 (Eclipse) のインストール
- ③. ADT (Android Developer Tools) のインストール
- ④. Android SDK のインストール

開発環境のバージョンアップが頻繁に行われているので、どんどん使いやすくなっている半面、具体的な手順をここで紹介しても、短時間の間に陳腐化してしまう。WEB や参考書籍（Android プログラミングバイブル：ソシム：布留川英一著）などを参考に環境を整えるとよい。

開発に使用されている Eclipse ウィンドウを示す。



図表 120 Eclipse による IDE

◆プログラム作成

PIC を使用する簡易モニターや Main ボードのプログラムと違い、Android 側のプログラムは、ほぼでき上がっているものが利用できる。そのため、画面設計と Bluetooth 通信電文に応じた追加を行えば完成できる。

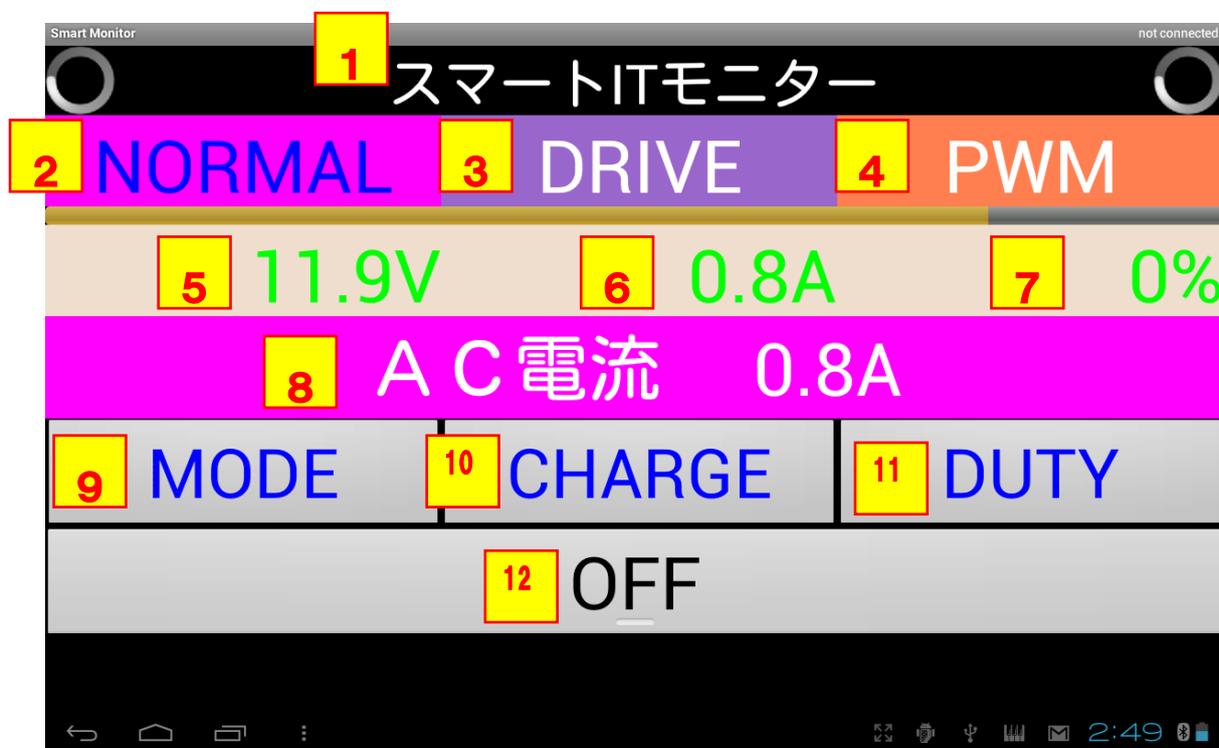
画面は次のような構成とした。配置した Object を示す。

- ①. タイトル（固定表示）
- ②. モード表示（NORMAL）
- ③. モード表示（DRIVE）
- ④. モード表示（PWM）

※該当時モード名が青色になる。

- ⑤. バッテリ電圧
- ⑥. 消費電流 (AC) : インバータを介して出力している電流のみ
- ⑦. DUTY 比 (PWM モード時)
- ⑧. 受信メッセージ:Main ボードから受信した Bluetooth 通信メッセージを表示する。
- ⑨. モード変更ボタン
- ⑩. 充電テストボタン
- ⑪. DUTY 変更ボタン
- ⑫. Bluetooth 通信テスト

実際の画面は、次の通りである。



図表 121 Android タブレットの画面設計

プログラムは、主となる Activity クラスに各 Object の部分を追加して作成する。主な部分は、以下の通りである。

□BtnClickListener

⑨⑩⑪のボタンがクリックされたときに処理を行う。

※Main ボードへの Bluetooth 通信電文は、

⑨MODE : モード変更=M

⑩CHARG : 充電テスト=C

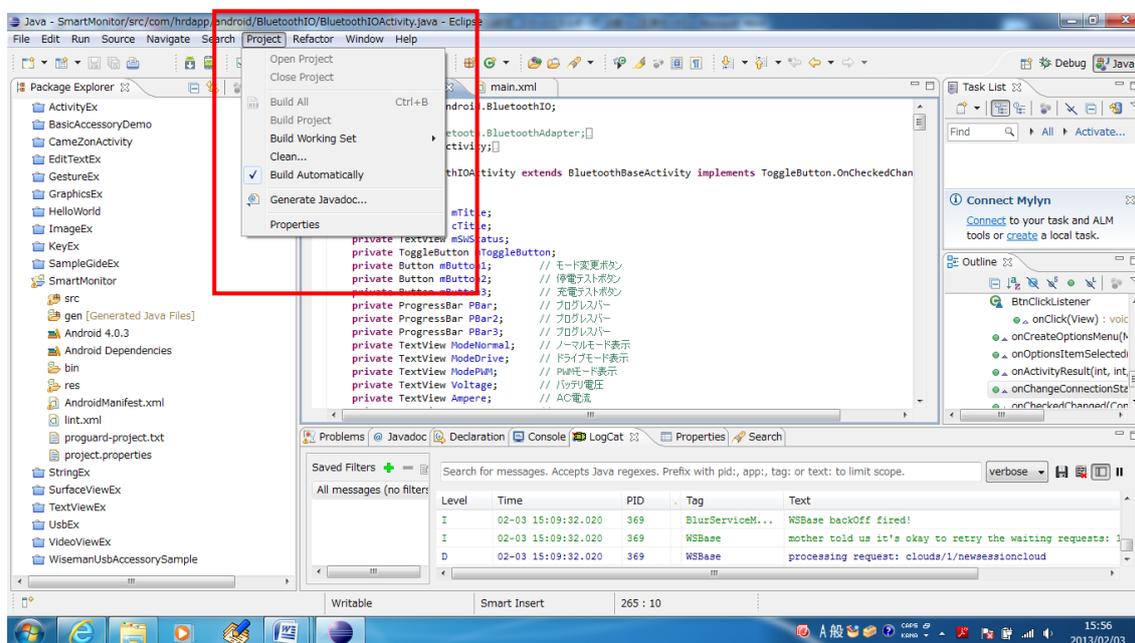
⑨DUTY : DUTY 変更=D

の、各 1 文字の電文とする。

□onReviceMessage

Bluetooth通信により受信したMain ボードからのメッセージを処理する部分である。モード変更メッセージの場合は、②③④のモード表示を変更する。また、DUTY 変更メッセージの場合は、DUTY の%表示とプログレスバーの割合を DUTY に合わせて変更する。

◆Build



図表 122 Auto Build

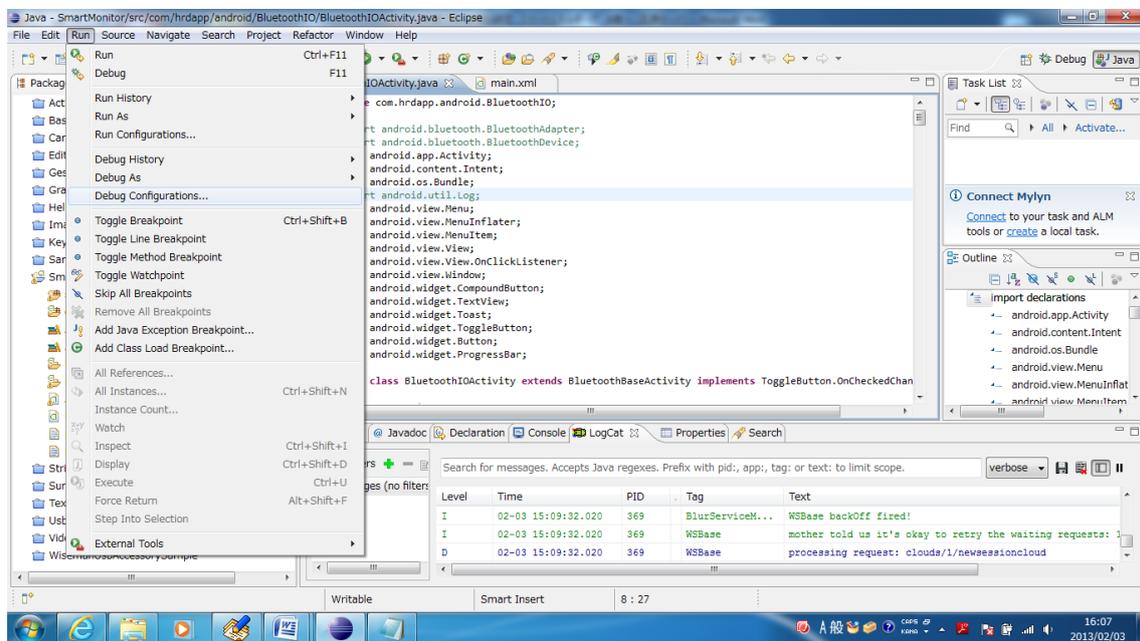
IDE の上部にある Project メニューから Build Automatically を選択しておく、ソースードを入力すると同時に Build が実行される。誤った記述をすると、その時点でエラー表示されるので、すぐに訂正することができる。

◆書き込み

Android タブレットのプログラム書き込みは、書き込み操作を行うというよりも、Debug 操作を行うと説明したほうがよく理解できる。

Android タブレットを USB ケーブルで PC に接続する。次に、Eclipse ウィンドウで RUN

メニューから Debug Configuration に進み Debug を開始すると、現在のタブレットプログラムがダウンロードされて、プログラムが開始される。



図表 123 プログラム書き込み

2.2.5 テスト

テストは、一般的なソフトウェアの Debug 作業になる。詳細な記述は避けるが、基本的には、3つのユニットの中で、簡易モニターを先に完成させ、続けて Main ボードを進めて、Bluetooth で接続してタブレットでテストしたあと、全体のテストを行うという手順になる。

2.2.5.1 簡易モニター

完成した簡易モニターは、まず電池を接続し、5V の電圧が PIC、RS232C レベル変換 IC、LCD 電源ピンに正しく出ているかをテスタで確認する。その後、電池を一度外し、LCD を接続した後、改めて電池を接続する。その際、LED が何度か点滅した後に、LCD にメッセージが表示されるかどうかを確認する。

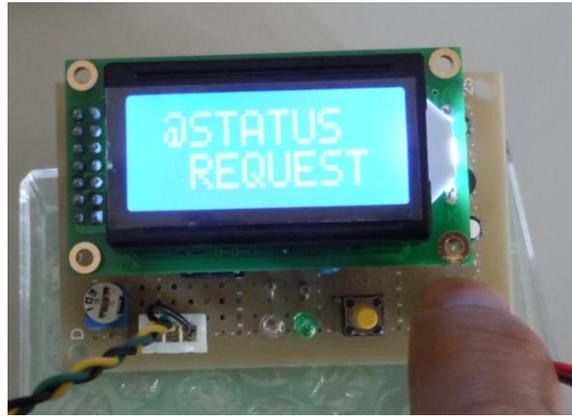
次に、SW を操作して該当のメッセージが表示されることを確認する。



図表 124 簡易モニター表示例

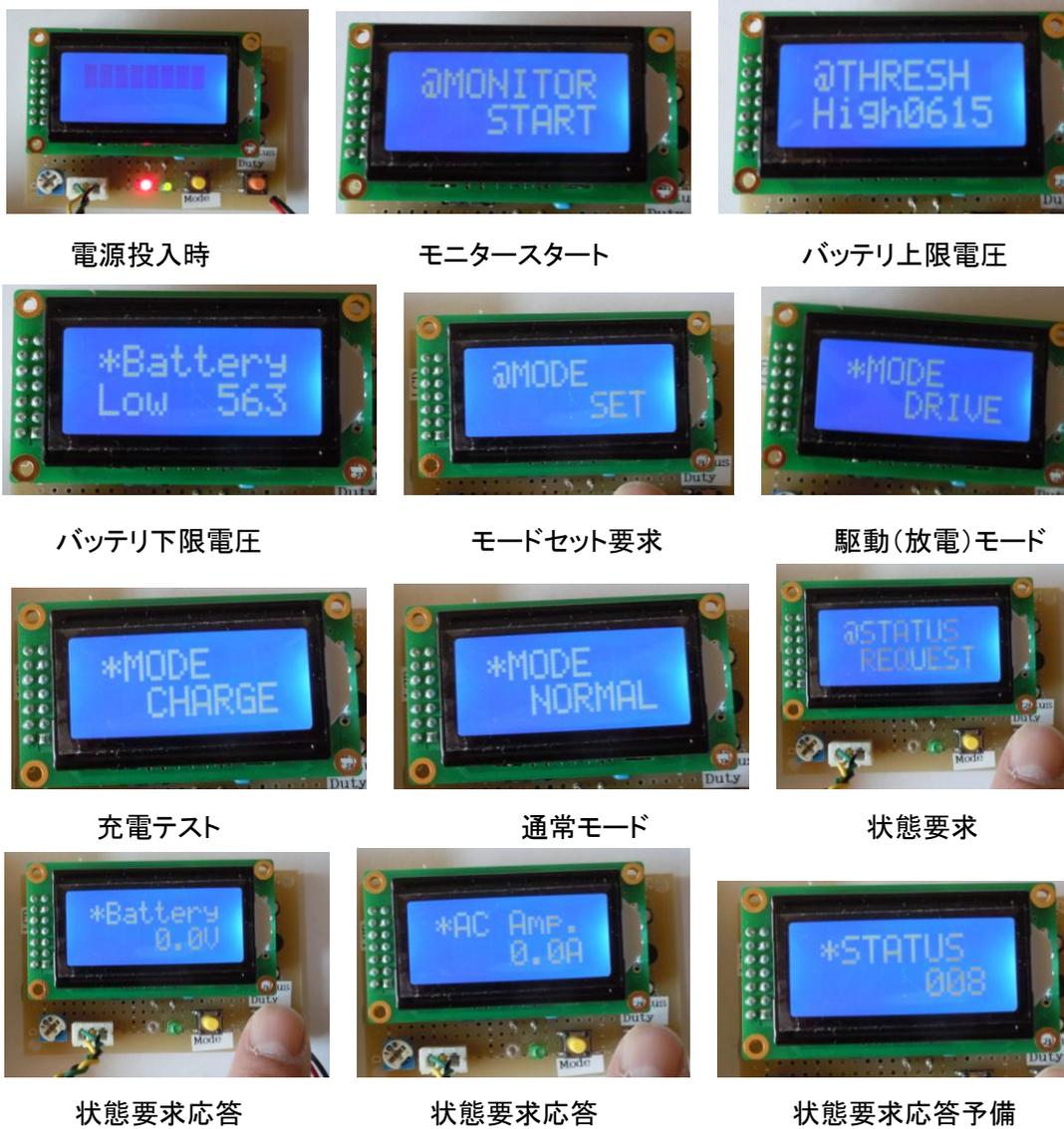
簡易モニターは、後の操作で逐次画面を確認するので、この段階で完全にできていなくても、メッセージの表示と SW 操作に対する反応ができていればよい。

以下の写真は、SW 1 を操作した際の STATUS 要求画面が正しく表示されている様子である。

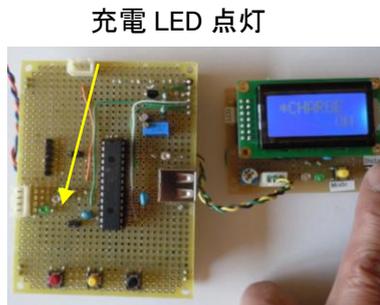


図表 125 状態要求画面

以下、簡易モニターの画面表示例を示す。

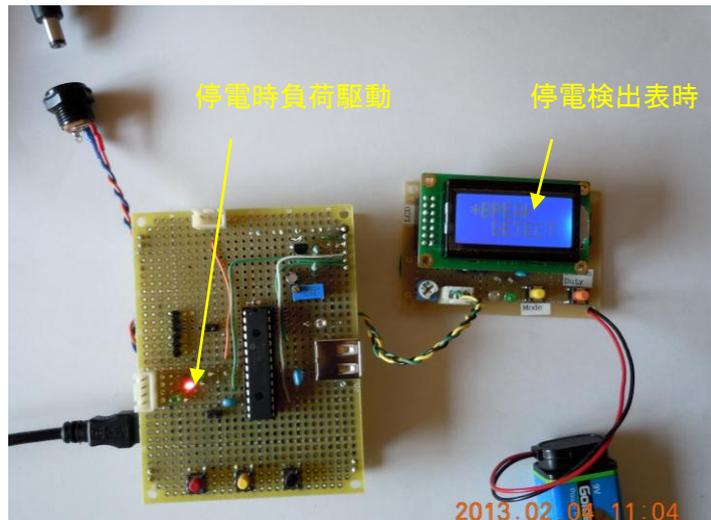


図表 126 簡易モニターの画面表示例



充電 LED 点灯

充電テスト



停電時負荷駆動

停電検出表時

停電検出



PWM モード



DUTY 変更要求



DUTY10%



DUTY30%



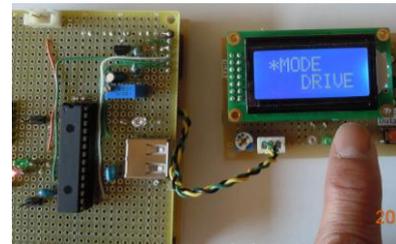
DUTY40%



Main Drive



Main Charge



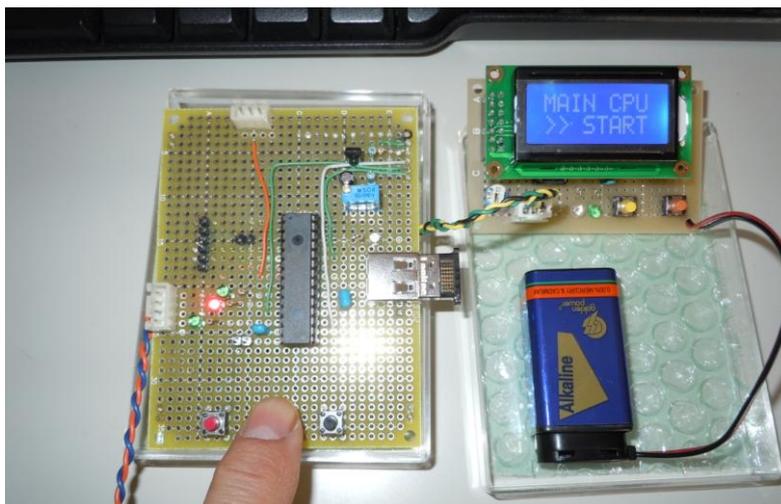
Monitor Drive

図表 127 簡易モニターの表示例

2.2.5.2 Main ボード

Main ボードでは、Power ボードから電源が届いて要を確認したら、簡易モニターを接続して、電源を入れる。

通電開始すると、LED が何度か点滅を繰り返し点滅した後、簡易モニターに、Main ボードが処理開始したメッセージが表示されれば、シリアル通信正常であることが確認できる。



図表 128 メインボード

開発時は、一気に全部のプログラムを作らずに通信部分だけ先に作り、簡易モニターの画面表示を利用しながらさらに作り込んでいく方法を使った。

簡易モニターは単なるモニターだけでなく簡易デバッガの役目も果たす。各々のユニットの SW 操作では、互いに通信を行い、モニター画面に表示が行われるので、1つずつプログラムを追加しながらテストする。

Main ボードのシリアル通信は（簡易モニターも）、PC に接続してターミナルソフトでのテストもできる。コネクタケーブルの断線等の時には、どちらが不具合か切り分けができない場合があるので、以下の写真のように、PC 接続で判断する。



図表 129 シリアル通信のテスト (PC に接続)

PC のシリアルポートにテストコネクタをつけて接続している。シリアル通信のためのソフトウェアは『TeraTerm』を使用してテストした。

Mian ボードの SW で DRIVE・CHARGE のテストができる。この SW をクリックしたときの簡易モニターの画面表示と、点灯する LED が、放電回路と充電回路の LED であることが確認できれば十分である。

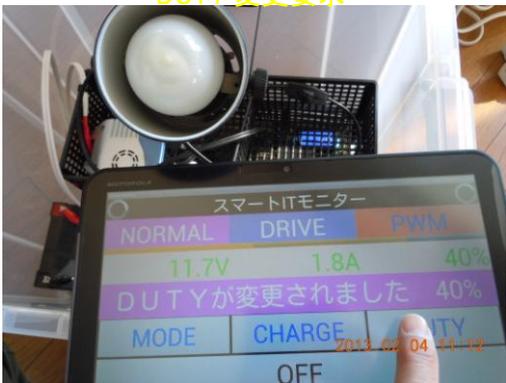
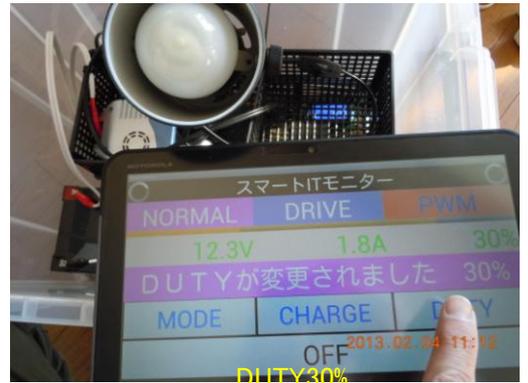
2.2.5.3 Android タブレット

タブレットは Bluetooth での通信が主体なので、まず、Main ボードとのペアリングを行い、操作してみる。その操作状態で、簡易モニターにメッセージ表示が適切に行われていれば、動作は概ね間違いない。

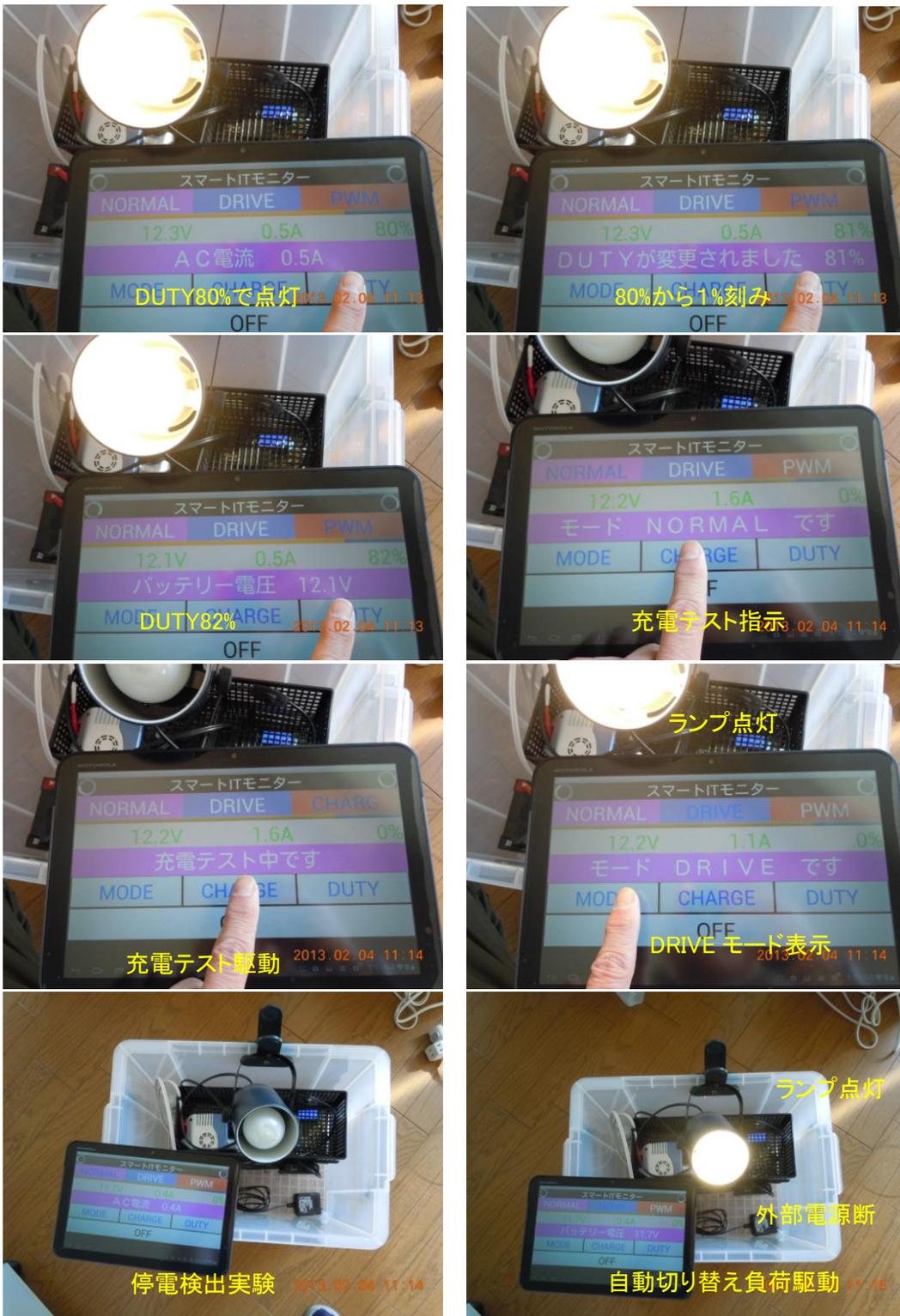
今回、簡易モニターの SW と同じ機能をタブレットのボタンに持たせたので、各々のボタンを操作して、Main ボードの動作と簡易モニターのメッセージが正しいことを確認する。

システムが完成すると、Main ボードが電圧計測値を常時送信してくるので、このメッセージがタブレットに正しく表示されて、定期的に更新されることが確認できれば完成である。

以下、タブレットでシステムを稼働させている様子を示す。



図表 130 タブレットでのシステム稼働の様子



図表 131 タブレットでの操作

2.2.6 稼働実験

2.2.6.1 充電テスト

このシステムでは、システムが稼働（通電）している時に、太陽光パネルからの電流をバッテリーに流して充電することとなっている。



Optosupply Solar	
Solar Module : OSSM-SF0012	
Maximum Power	(Pmax): 12 WP
Voltage at Pmax	(Vmp): 17.2 V
Current at Pmax	(Imp): 0.70 A
Open-Circuit Voltage	(Voc): 21.6 V
Short-Circuit Current	(Isc): 0.77 A
Power Tolerance: +/- 3%	Size: 380mm*275mm*25mm
Weight: 1.5 Kg	Cells: 36pcs, 125*17.85poly-crystalline silicon
Max. System Operating Voltage: 1000 V, Standard Test Condition: 1000W/m ² , AM1.5, 25°C	
Application Class A	

図表 132 太陽光パネルの裏面

太陽光パネルの規格は、パネルの裏面シールで確認できる。

システムを組み上げて、充電テスト SW を操作したとき、パネルからバッテリーに充電電流が流れている事をテストで確認する。



開放電圧 21.2V



電流 21.26mA

図表 133 テスタによる電圧・電流の確認

2.2.6.2 放電テスト

放電 SW を操作したとき、Main ボードの LED が点灯し、インバータ接続した AC 電源

家電（テストでは、電球型蛍光ランプ）が点灯すれば、問題ない。2.2.5 で解説の通りである。

2.2.6.3 PWM 制御実験

モードが NORMAL のとき、簡易モニターの SW を操作して、放電テストモード (DRIVE モード) にする。このとき放電している事を示す LED が点灯する。数秒後に NORMAL モードに復帰する。復帰する前にもう一度 SW をクリックすると、PWM モードに入る。



DRIME モード



PWM モード

図表 134 簡易モニターの表示

PWM モードになったとき、DUTY が 0% で、放電 LED は消灯する。簡易モニターの DUTY 変更 SW を 1 度クリックすると DUTY が 10% ずつ上昇する。LED は点滅するようになる。

DUTY は 10~80% の間は、10% 刻みで変化する。80~95% の間は、1% 刻みで変化する。SW を操作して変化する DUTY に対応した信号が出ていることを、出力端子にオシロスコープを接続して確認する。

LED は、95% で連続点灯しているように見える。



図表 135 DUTY 変化をオシロスコープで観測

次に、インバータに AC100V のランプを接続して点灯テストを行う。実際に行ってみると、準備したランプは 70%程度で点滅し始めて、やはり 95%で連続点灯しているように見える。

この状態で 5%の電流カットを行っているので、その分が節電となることが確認できる。環境エネルギーを利用する上では、PWM 制御の重要性を理解できる教材となる。

2.2.6.4 停電検出

システムを稼働させた上で、乾電池電源の SW も ON して、放電テストを行う。その際、インバータに接続した電球が点灯することを確認する。

次に、システムに供給している AC アダプタ電源を抜く。電源が電池電源に切り替わり、インバータに電源供給が始まり、電球が点灯することが確認できれば、停電検出は問題無く稼働していることになる。

このシステムでは太陽光パネルを発電源としているが、考え方を改めて、通常 AC 電源か

らバッテリーに通電して充電をしておき、停電時にバックアップ電源に切り替わることを利用すると、UPSなどに代表される無停電電源装置を作ることができる。

2.2.7 教材としての評価

システム全体は、研究を行う際に手作りしているが、基板を量産し半田付けを省略することで、自動車専門学校の教材としても利用し易くできる。

簡易モニターと Main ボードは、PIC のプログラムを作り替えることで、PWM 制御だけでなく、MPPT 制御 (Maximum Power Point Tracking) などを組み込むこともできる。このようにして組み込んだ新たな制御技術で、どれほどの効果があるかを、Bluetooth 通信の対向機である Android タブレットで、SD カードなどに保存、グラフ表示するなどのプログラムの開発が、さらに進んだ教材となり得ると考えている。

発展的には、この教材を組み込んだ、『太陽光で走り、AC 電源も供給できる EV (電気自動車) のモデル』を開発して、まさに EV を活用したスマートエネルギーの実験教材にまとめ上げたいと考えている。

2.2.8 反省点

この研究では環境エネルギーの利用に関連した『自動車整備技術者の学習教材』という位置づけで開発してきたが、設計・製作・ソフトウェア開発・実験などを通じて得られた反省点を列記する。

◆教材の仕様について

何を教えるべきか、何が必要とされるのかの検討と並行して始めた教材開発であるが、初年度としてはまとまったものとなった。この研究で開発した仕様がベストだとは言えない。これをたたき台とした、継続研究が必要である。

◆システムとして、停電検出や PWM 制御など、実用性のあるものが組み込めることはわかったので、電子・電気系学科と情報（ソフト）系学科でコラボレーションした学習など、多面的な展開を模索することも必要と考えられる。現在の自動車エンジニアは、エレクトロニクス・IT 系の技術も必須となっている。

◆今後キット化する際には、パターン基板の小ロット製造を行うか、または、個別パーツをブロックのように加工して、組み合わせながら学べる教材とする研究も需要があると思われる。

◆教材を使いこなせる人材育成も必要である。開発側の意図に沿った教材の利用と工夫で授業内容が高まると思われるので、モデル授業を開催し、教材がどのように使えるかを研究すべきである。

◆実証講座にて、このキットを使用して授業を行った。短い時間で大変忙しい内容となったが、太陽光発電実験は、普段、自動車整備で体を動かしている学生達のフットワークで、発電効率の高いスポットを学内で探索するなどの実習ができた。

実習中に電池や、バッテリー、負荷などを＋－逆に接続するミスで、一部壊れてしまったところがあり、できれば十分な予算で予備のものを作成できる環境が必要であると考えられる。

2.3 『ナルセペダルテキスト』の開発報告

本事業の一環として、『ナルセペダルテキスト』の開発を行った。ナルセペダルは、熊本県玉名市にあるナルセ機材有限会社が開発した、1つのペダルでアクセルとブレーキを操作するペダルである。このペダルは、以下のような特徴を持つ。

- ・ 従来の、アクセルペダルとブレーキペダルが別々になっている方式とは異なり、1つのペダルでアクセルとブレーキの操作を行う。
- ・ 従来の車は、アクセルとブレーキの操作方法が同じ（どちらも同じ方向に踏み込む）。ナルセペダルは、アクセルとブレーキの操作方法が異なる。
- ・ 常にブレーキペダルに足を乗せているため、ブレーキ操作時のペダルの踏み替えが不要。そのため、空走距離（危険を感じてからブレーキがきき始めるまでに車が走る距離）がほとんどなく、短い距離、短い時間で停車が可能。
- ・ ペダルの踏み替えが不要のため、アクセルとブレーキを踏み間違えることがない。
- ・ 人間の下肢運動にも合致した構造となっており、運転操作も非常に楽である。
- ・ 高齢者や障害のある方からも、安心して運転できるとの声が多く上がっている。
- ・ 日本、米国、韓国、EU で特許を取得している他、2010 熊本県工業対象奨励賞を受賞。
- ・ ニューヨークタイムズ、NHK クローズアップ現代等で報道。
- ・ 平成 25 年 4 月、米国 SAE 学会で発表予定。

ナルセペダルは、電気自動車やハイブリッド車に限らず、ペダルで操作する自動車なら全てに導入可能なものである。そのため、特に次世代自動車に対応したもの、というものではない。しかし、東日本大震災の被災地は、もともと自動車がないと不便な地域が多く、また、高齢者の多い地域でもある。ナルセペダルを導入することで、高齢者の運転も楽になり、被災地での生活を支援し、復興につなげていくことができる。そのため、本教育プログラムでもナルセペダルを扱うこととした。

第3部 実証講座報告

本事業では、次世代自動車に最適化された1級自動車整備士の養成プログラムを構築した。このプログラムや、付随して開発した教材の教育効果や妥当性を検証するために実施した実証講座に関して報告する。

第1章 実証講座の概要

本章では、本事業で実施した実証講座の概要を述べる。

1.1 実証講座の目的

本実証講座は、構築した教育プログラム、及びそれに付随して開発した教材の教育効果や妥当性を検証するために実施した。実施に当たっては、構築した全教育プログラムの中から、EVに関連する部分、及び再生可能エネルギー、スマートグリッドに関する部分を中心に抽出し、実証講座として再構成した。国土交通省から1級自動車整備士養成施設に義務付けられている教育内容に関しては、実施校である専門学校国際情報工科大学校では既に実施されており、対象とした1級自動車工学科3年生も学習している内容であることから、実証講座では割愛した。さらに、今後も自動車業界、自動車整備業界の技術革新を考慮すると、専門学校での人材育成のためにはこれらの業界との連携も重要である。そこで、本実証講座には、社団法人福島県自動車整備振興会、及び株式会社日産サテオ福島からも講師の派遣を依頼し、より効果的で実践的なプログラムにすることを目指した。

1.2 実施計画

本実証講座は、以下のような計画で実施した。

1.2.1 日程

平成25年1月23日（水）及び24日（木）の2日間で実施した。

1.2.2 会場

本実証講座には、整備技術の実演や実習も含むため、専門学校国際情報工科大学校の自動車整備研修センター1階にある整備場を会場とした。

1.2.3 対象者

実証講座の受講対象者は、専門学校国際情報工科大学校の1級自動車工学科3年生18名

とした。実際には、両日とも 16 名が出席した。

1.2.4 実施内容

本実証講座は、以下の 5 つの内容で構成した。

講座名	概要	担当
講座① 「自動車整備業界の動向」	整備士養成施設について、認証工場と指定工場等の解説	社団法人福島県自動車整備振興会 教育・企画部長 志賀 光晴 様
講座② 「EV の技術」	リーフに搭載されている装置の解説と、診断機による故障診断実演	株式会社日産サテオ福島 営業本部 業務技術課 菅野 雅幸 様
講座③ 「EV の基礎知識」	EV の概要、モータ、バッテリーに関する解説と、EV カートの走行実演	株式会社テクノウォーカー 講師 末石 吾朗 様
講座④ 「EV 周辺の技術」	再生可能エネルギーの種類、スマートグリッドの仕組み、実証実験に関する解説	株式会社テクノウォーカー 講師 末石 吾朗 様
講座⑤ 「スマートグリッド実習」	スマートグリッドキットの組み立て、及びそれを用いたバッテリー制御実験	有限会社ワイズマン 代表取締役 原田 賢一様

図表 136 実証講座構成

各講座の詳細は後述する。

1.2.5 時間割

本実証講座の時間割は、以下の通りである。

時間	第1日目 1月23日(水)	第2日目 1月24日(木)
1限目 9時30分～10時20分	講座① 「自動車整備業界の動向」	講座④ 「EV周辺の技術」
2限目 10時30分～11時20分	講座② 「EVの技術」	
3限目 11時30分～12時20分		
昼休み 12時20分～13時20分		
4限目 13時20分～14時10分	講座③ 「EVの基礎知識」	講座⑤ 「スマートグリッド実習」
5限目 14時20分～15時10分		
6限目 15時20分～16時10分		

図表 137 実証講座時間割

なお、講座⑤終了後、学生にアンケートを実施している。

第2章 実証講座の実績

本章では、実証講座の実施内容の詳細を報告する。

2.1 講座①「自動車整備業界の動向」

講座①「自動車整備業界の動向」では、講師が持参した資料を元に、ホワイトボードを使用してデータやポイントを提示し、それに関連した内容の解説を行った。

自動車整備士養成施設の種類の解説から始まり、ディーラーや整備工場の数、分解整備事業と認証工場・指定工場の解説、国内や福島県内、郡山市内の自動車保有台数、軽自動車の割合等の最新データの紹介、等の講義を行った。また、出席者が1級自動車工学科の3年生であることから、来年度受験予定の1級自動車整備士の国家試験に関するアドバイスや、1級自動車整備士として社会に出ることに関するアドバイスもあった。

- ・整備士養成施設について
 - 一種養成施設、二種養成施設
- ・ディーラー、整備工場の数
 - コンビニとの数の比較
- ・認証工場と指定工場
 - 分解整備事業
- ・自動車の保有台数
 - 国内の保有台数、福島県内の保有台数郡山市内の保有台数、宮城県内の保有台数、軽自動車の割合
- ・自動車検査員について
- ・1級自動車整備士の試験について、アドバイス
 - 口述試験のポイント、合格するためのコツ
- ・1級整備士として社会に出ることについて
 - 社会に出てからの学習

図表 138 講座①「自動車整備業界の動向」の内容



図表 139 講座①「自動車整備業界の動向」の講座風景



図表 140 講座①「自動車整備業界の動向」の講座風景

2.2 講座②「EVの技術」

講座②「EVの技術」では、日産自動車の販売店に配布される学習用 CD-ROM や、スライド資料、診断機、リーフ実車等を用いて、講義と実演を行った。

リーフに搭載されている装置として、同期モータ、レゾルバ、DC-DC コンバータ、インバータ、回生、ブレーキユニット、バッテリー、車両接近通報装置 (VSP システム)、パーキングロック装置 (PBW)、エアコン、LEAF to Home²³等の概要や動作の仕組みの解説を行った。これらの解説では、「ガソリン車ではこの装置に相当する」「ガソリン車とはこのような部分が異なる」等、ガソリン車と比較をしながら解説し、学生が理解しやすいように工夫した。

また、国内の急速充電器の設置状況を、設置場所にマークを付けた地図を表示し、どの辺りに偏っているか、等も含めて解説した。

リーフの点検項目の解説では、日産自動車の定めた項目を紹介し、ガソリン車との違いや、どのような機材を用いて点検するかを解説した。ここでの解説を受け、実際にリーフを用いて、診断機による故障診断や、アクティブテスト²⁴による診断の実演を行った。特に、バッテリーのセルごとの充電状況の診断や、バッテリーの使い方診断では、実車の現時点での状態を PC 上で表示し、それに対してアドバイスを行う、という、実務作業に近い形での実演となった。

質疑応答では、バッテリーの寿命や、リーフの販売状況、充電器の利用状況に関する質問があった。

²³ リーフのバッテリーを家庭用電源として使用するためのシステム。東日本大震災やそれに伴う計画停電を受け、従来のガソリン車にはない活用法として注目されている。後述の「V to H (V2H)」のリーフ版。

²⁴ ワイパー、方向指示器、前照灯などを自動で動作させ、正しく動作するかをチェックする機能。診断機を通して動作させる方法と、リーフ上で動作させる方法とがある。

- リーフに搭載されている装置の解説
 - 同期モータ、三相交流
 - レゾルバ
 - DC-DC コンバータ
 - インバータ
 - 回生
 - ブレーキユニット、電動による倍力
 - バッテリ、作業をするために必要な講習
 - 車両接近通報装置 (VSP システム)、リーフに搭載されている理由
 - パーキングロック装置 (PBW)
 - エアコン
 - LEAF to Home
- 急速充電器の設置状況
 - 全国の分布
- リーフの点検
 - 点検項目
 - アクティブテスト (実演)
 - バッテリのセルごとの充電状況診断 (実演)
 - バッテリの使い方診断
 - ◇ 急速充電が多いか
 - ◇ 継ぎ足し充電が多いか
 - ◇ 走行中の電力消費が大きいか
 - ◇ 満充電のまま放置していないか
- 質疑応答

図表 141 講座②「EVの技術」の内容



図表 142 講座②「EVの技術」の講座風景



図表 143 講座②「EVの技術」の講座風景



図表 144 講座②「EVの技術」の講座風景



図表 145 講座②「EVの技術」の講座風景

2.3 講座③「EVの基礎知識」

講座③「EVの基礎知識」では、本事業で開発した『EV基礎知識テキスト』、及びスライド資料、EVカートを用いて、講義と実演を行った。EVやHVについて、その基礎から構造、制御等についての解説が中心である。但し、本来は詳しく解説すべき内容であるが、時間の制約上、概要の解説のみに留めている。

EVの基礎知識として、EVの歴史やEV・HV・FCVの構成、駆動の仕組み、代表的な車種の解説を行った。

モータの制御と構造に関しては、モータの分類、DCモータの構造、ACモータの構造、同期モータの原理、リラクタンスモータの原理を解説した。さらに、誘導モータのトルク特性やVVVF制御の仕組みを解説している。また、チョッパ回路やスイッチングデバイス、DC-DCコンバータ、単相インバータ、等の、モータ制御に関連する素子や回路の解説も扱った。但し、回路に関しては、細かい部分の解説は割愛し、回路図は紹介したが、どのように用いられているかの解説を中心に行った。

EVカートの走行実演は、EVカートのどの部品でどのような制御を行っているかを解説した後、講師が整備場内で前進、後退の走行実演を行った。また、希望する学生にも、実際に試運転をさせている。

自動車用電池と充放電制御では、電池の構造や発電の仕組みから入り、リチウム・イオン電池やニッケル水素電池の構造、充放電特性、及び、定電流・定電圧充電回路の解説を行った。

- ・電気自動車の基礎知識
 - 電気自動車の主な歴史
 - 電動化自動車の構成
 - 代表的な EV・HV・PHV
- ・モータの構造と制御
 - モータの基礎知識
 - 同期モータ
 - 誘導モータ
 - パワーエレクトロニクス
 - 交流モータ駆動の基礎
 - EV のモータ制御
- ・EV カート走行実演
 - EV カートの構造、制御
 - EV カート走行実演
- ・自動車用電池と充放電制御
 - 電池の基礎知識
 - リチウム・イオン電池
 - ニッケル水素電池

図表 146 講座③「EV の基礎知識」の内容



図表 147 講座③「EVの基礎知識」の講座風景



図表 148 講座③「EVの基礎知識」の講座風景



図表 149 講座③「EVの基礎知識」の講座風景



図表 150 講座③「EVの基礎知識」の講座風景

2.4 講座④「EV 周辺の技術」

講座④「EV 周辺の技術」では、本事業で開発した『再生可能エネルギー・スマートグリッド基礎知識テキスト』、及びスライド資料を用いて講義を行った。

まず、エネルギーの種類から入り、スマートグリッドや EV との関係を解説した。

自然エネルギーの活用では、各エネルギーの概要や特徴と課題の他、自然エネルギー 100%でエネルギー需要を賄う地域として世界的に知られているサムソ島のプロジェクトの紹介も行った。

新エネルギーの活用では、燃料電池の概要や水素の貯蔵方法、コジェネレーションやヒートポンプの仕組みの他、燃料電池自動車等、自動車との関わりについても解説した。また、国の政策とも関連してどのような取組みがなされているかや、東日本大震災からの復興とも結び付け、再生可能エネルギーについて学習する意義や、再生可能エネルギーを活用していくことの意義についても触れた。

スマートグリッドの概要では、用語の解説から入り、電力システムの基礎、国際標準化活動の解説を行った。

分散型電源と電力貯蔵では、分散型電源の分類や、電力の貯蔵技術の概要を解説した。また、電気自動車との関わりとして、HEMS²⁵とともに、G2V、V2H、V2G の解説、V2H の具体例として LEAF to Home の紹介を行った。

スマートグリッドの技術では、スマートメータや通信基盤、マイクロ EMS²⁶の解説、及びスマートシティの実例として横浜スマートシティプロジェクトの紹介を行った。

²⁵ Home Energy Management System : 家庭に設置されている家電、太陽光発電、蓄電池、電気自動車等を接続し、家庭内のエネルギーを一元管理するシステム。

²⁶ スマートグリッドの需要家側の給電管理システム。HEMS はその 1 つ。

- 再生可能エネルギーとは
 - エネルギーの種類
 - スマートグリッドと EV
- 自然エネルギーの活用
 - 自然エネルギーとは
 - 太陽エネルギー
 - 風力エネルギー
 - 地熱エネルギー
 - 海洋・河川エネルギー
 - 温度差エネルギー
 - バイオマスエネルギー
- 新エネルギーの活用
 - 燃料電池
 - コージェネレーション
 - ヒートポンプ
 - 新エネルギー自動車
 - 国の政策
 - 東日本大震災の復興
 - 新エネルギー社会への展望
- スマートグリッドの概要
 - スマートグリッド概説
 - 電力システム（電力系統）の基礎
 - 国際標準化活動
- 分散型電源と電力貯蔵
 - 分散型電源技術
 - 電力貯蔵
 - 電気自動車と HEMS
- スマートグリッドの技術
 - 需要家と系等の連携
 - WASA
 - マイクロ EMS

図表 151 講座④「EV 周辺の技術」の内容



図表 152 講座④「EV周辺の技術」の講座風景



図表 153 講座④「EV周辺の技術」の講座風景

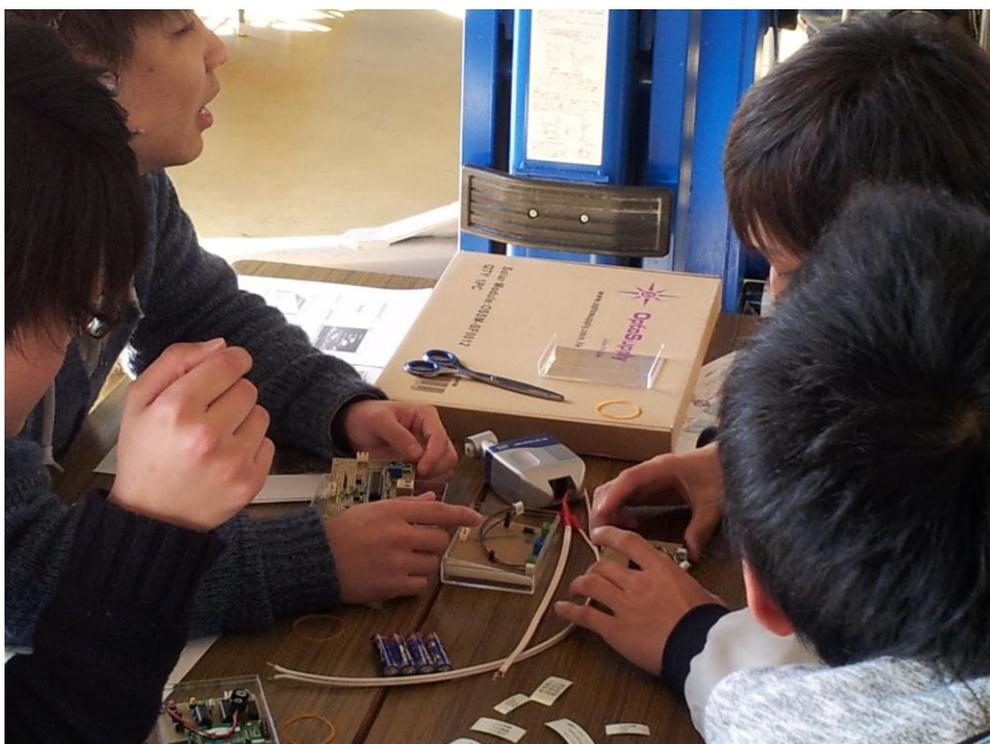
2.5 講座⑤「スマートグリッド実習」

講座⑤「スマートグリッド実習」では、本事業で開発したスマートグリッドキット、スライド資料、配付資料を用いて、キットの解説と組み立て実習、及び実験を行った。

スマートグリッドキットの説明の後、各 부품の役割や通信の仕組み等を解説しながら、組み立てを行った。その後、ソーラーパネルとテスターを持って屋外に出て、ソーラーパネルによる発電電圧が高い場所（power spot）を探し、電圧と電流を測定し、電力を計算した。その後、キットに自動車用バッテリー、モータを接続し、簡易モニタでデューティ値を表示させながらモータの制御実験を行った。さらに、タブレットのアプリを用いて、Bluetooth で通信しながら制御を行うデモを行った。

- キット解説
 - 基板構成、キットの解説
- 組み立て準備
 - 各 부품のシール貼り
 - リード線加工
- 組み立て
 - Power 基板上に Main 基板載せ
 - 簡易モニタ基板に液晶を載せ、Power 基板から通信ラインを接続
 - Controler にバッテリーケーブルを接続
 - Controler に Main 基板を接続
 - 電池ケースと接続準備
 - 火入れ式の実施
 - 電源 OFF
- 発電実験
 - ソーラーパネルの説明
 - 外に出て Power Spot 探し
 - ソーラーパネルの仕組み説明
- 放電実験
 - リード線の被覆剥し
 - キットの火入れ
 - 負荷の接続
- 通信実験
 - 簡易モニタと Main 基板との通信（実演）
- PWM 実験
 - 確認
 - モード変更
 - PWM モードの確認
 - 計測
 - 負荷駆動
- Bluetooth 通信
 - Bluetooth による通信機能デモ
 - 停電提出機能デモ

図表 154 講座⑤「スマートグリッド実習」の内容



図表 155 講座⑤「スマートグリッド実習」の講座風景



図表 156 講座⑤「スマートグリッド実習」の講座風景



図表 157 講座⑥「スマートグリッド実習」の講座風景



図表 158 講座⑥「スマートグリッド実習」の講座風景



図表 159 講座⑤「スマートグリッド実習」の講座風景



図表 160 講座⑤「スマートグリッド実習」の講座風景



図表 161 講座⑤「スマートグリッド実習」の講座風景

第3章 実証講座の評価

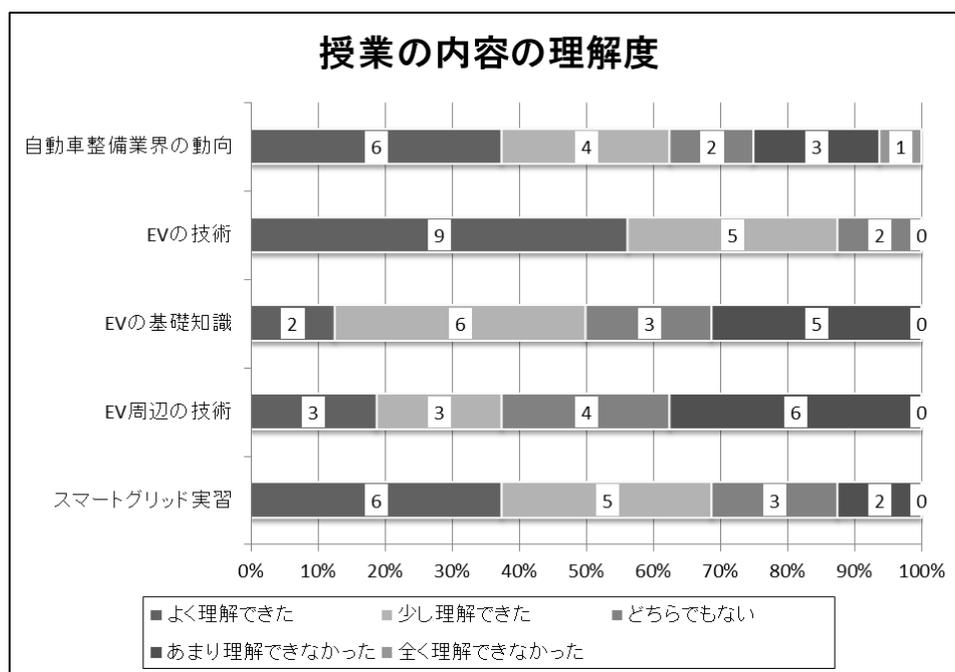
本事業で開発した教育プログラムの有用性を検証するため、実施した実証講座に関してアンケートを実施した。

3.1 アンケートの結果

以下、設問ごとにアンケートの結果を報告する。

1. 授業の内容は理解できましたか。

	よく理解できた	少し理解できた	どちらでもない	あまり理解できなかった	全く理解できなかった
自動車整備業界の動向 23日(水) 9:30~10:20	6名	4名	2名	3名	1名
EVの技術 23日(水) 10:30~12:20	9名	5名	2名	0名	0名
EVの基礎知識 23日(水) 13:20~16:10	2名	6名	3名	5名	0名
EV周辺の技術 24日(木) 9:30~12:20	3名	3名	4名	6名	0名
スマートグリッド実習 24日(木) 13:20~16:10	6名	5名	3名	2名	0名

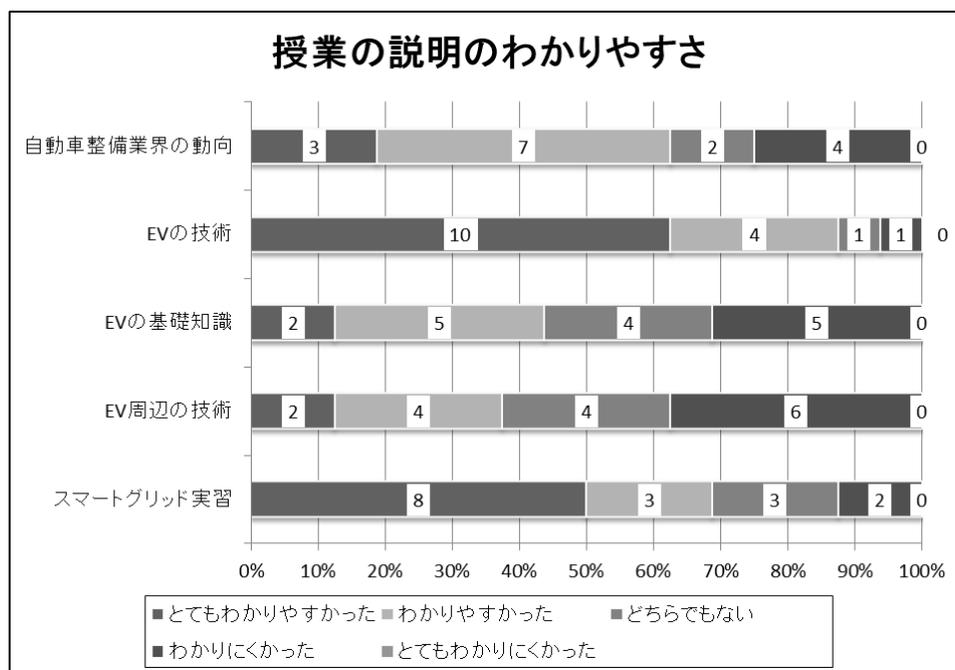


図表 162 授業の内容の理解度

「EV 周辺の技術」は、「よく理解できた」「少し理解できた」の合計と、「あまり理解できなかった」「全く理解できなかった」の人数が同じであった。他の分野は、半数以上が「よく理解できた」「理解できた」と回答している。特に、「EV の技術」は 11 名が「よく理解できた」「理解できた」と回答しており、「あまり理解できなかった」「全く理解できなかった」という回答はなかった。

2. 授業の説明はわかりやすかったですか。

	とてもわかりやすかった	わかりやすかった	どちらでもない	わかりにくかった	とてもわかりにくかった
自動車整備業界の動向 23日(水) 9:30~10:20	3名	7名	2名	4名	0名
EVの技術 23日(水) 10:30~12:20	10名	4名	1名	1名	0名
EVの基礎知識 23日(水) 13:20~16:10	2名	5名	4名	5名	0名
EV周辺の技術 24日(木) 9:30~12:20	2名	4名	4名	6名	0名
スマートグリッド実習 24日(木) 13:20~16:10	8名	3名	3名	2名	0名

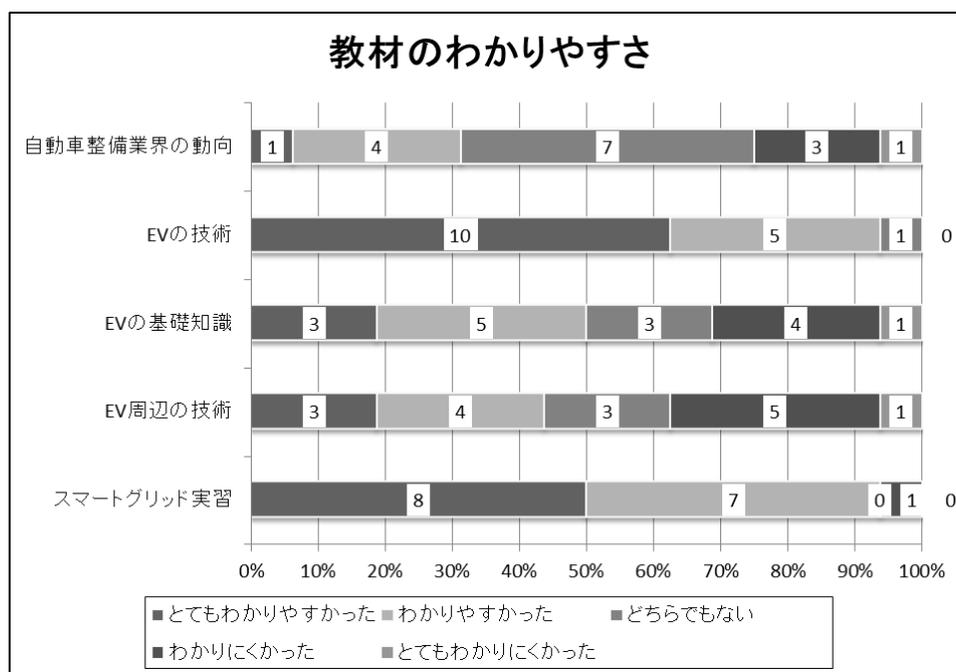


図表 163 授業の説明のわかりやすさ

授業の説明のわかりやすさでは、「自動車整備業界の動向」「EVの技術」「スマートグリッド実習」で、過半数が「とてもわかりやすかった」「わかりやすかった」と回答している。一方、「EVの基礎知識」「EV周辺の技術」は、「わかりやすかった」という回答が「わかりにくかった」という回答以上ではあるが、半数には満たなかった。

3. 授業で使用した教科書やその他の教材はわかりやすかったですか。

	とてもわかりやすかった	わかりやすかった	どちらでもない	わかりにくかった	とてもわかりにくかった
自動車整備業界の動向 23日(水) 9:30~10:20	1名	4名	7名	3名	1名
EVの技術 23日(水) 10:30~12:20	10名	5名	1名	0名	0名
EVの基礎知識 23日(水) 13:20~16:10	3名	5名	3名	4名	1名
EV周辺の技術 24日(木) 9:30~12:20	3名	4名	3名	5名	1名
スマートグリッド実習 24日(木) 13:20~16:10	8名	7名	0名	1名	0名

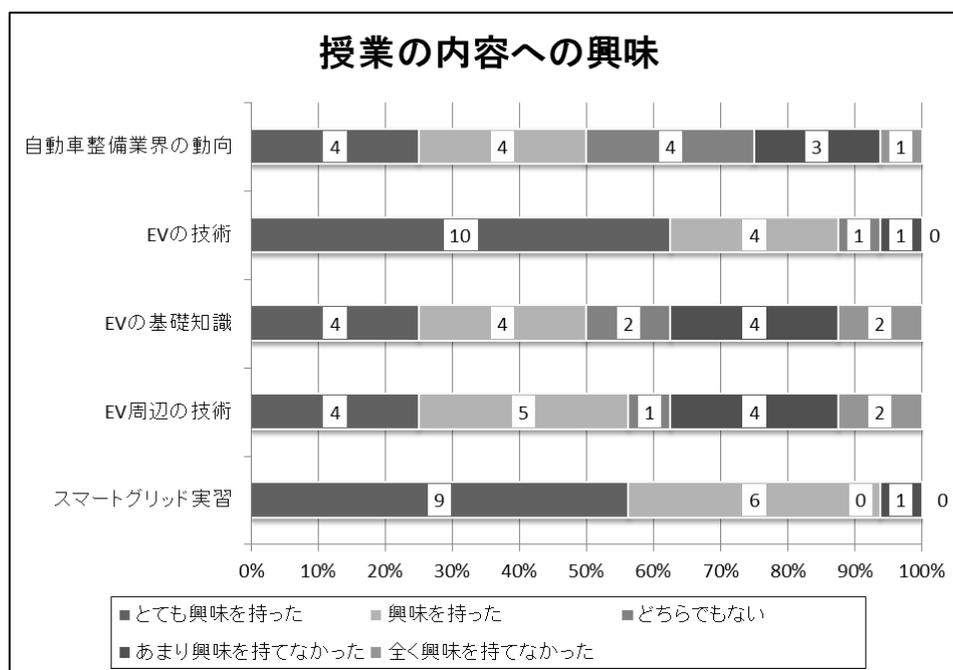


図表 164 教材の分かりやすさ

実習や実演を含む「EVの技術」「スマートグリッド実習」では、どちらも1名を除いて「とてもわかりやすかった」「わかりやすかった」と回答している。一方、「EVの基礎知識」「EV周辺の技術」は、「わかりやすかった」という回答が半数程度に留まり、「自動車整備業界の動向」は3分の1程度であった。しかし、どの分野も「わかりやすかった」は「わかりにくかった」を上回ってはいる。

4. 授業の内容に興味を持ちましたか。

	とても興味を持った	興味を持った	どちらでもない	あまり興味を持てなかった	全く興味を持てなかった
自動車整備業界の動向 23日(水) 9:30~10:20	4名	4名	4名	3名	1名
EVの技術 23日(水) 10:30~12:20	10名	4名	1名	1名	0名
EVの基礎知識 23日(水) 13:20~16:10	4名	4名	2名	4名	2名
EV周辺の技術 24日(木) 9:30~12:20	4名	5名	1名	4名	2名
スマートグリッド実習 24日(木) 13:20~16:10	9名	6名	0名	1名	0名



図表 165 授業の内容への興味

「EV の技術」「スマートグリッド実習」では 9 割程度の学生が「とても興味を持った」「興味を持った」と回答している。一方、それ以外の 3 つの分野では半数程度であった。しかし、どの分野も、「興味を持った」という回答の方が「興味を持てなかった」という回答を上回っている。

5. 今回の 2 日間の講座で、最も勉強になったと思うことは何ですか。(自由記述)

<講座②「EV の技術」の内容>

- ・EV の技術 (4 件)
- ・リーフをつかったオートアクティブテスト
- ・リーフの整備について勉強になった。
- ・リーフの整備について
- ・リーフを使った授業

<講座③「EV の基礎知識」の内容>

- ・電池の種類による特性について

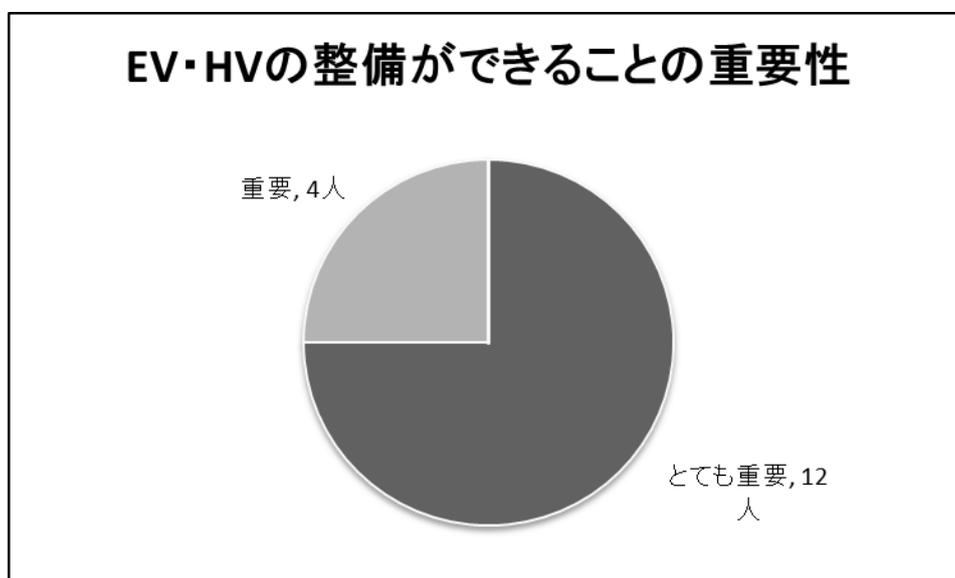
<講座④「EV 周辺の技術」、講座⑤「スマートグリッド実習」の内容>

- ・エネルギーに関する知識が増えた
- ・スマートグリッド (2 件)
- ・スマートグリッドについての話がとても興味を持ってました。
- ・スマートグリッドの授業がよかった
- ・スマートグリッドがわかりやすかった。楽しかった。元気があっていい。
- ・スマートグリッド実習で行ったこと。
- ・スマートグリッド実習が勉強になった。デューティ制御をすることで、省エネできる事がわかった。
- ・ソーラーパネルの実験からの結果検証。

「EV の技術」の中でもリーフを用いた実演と、「スマートグリッド実習」の内容を挙げている回答が多かった。

6. ハイブリッド車や電気自動車を整備できるようになることは、どれくらい重要だと思いますか。

選択肢	回答数
とても重要	12名
重要	4名
どちらでもない	0名
あまり重要でない	0名
全く重要でない	0名

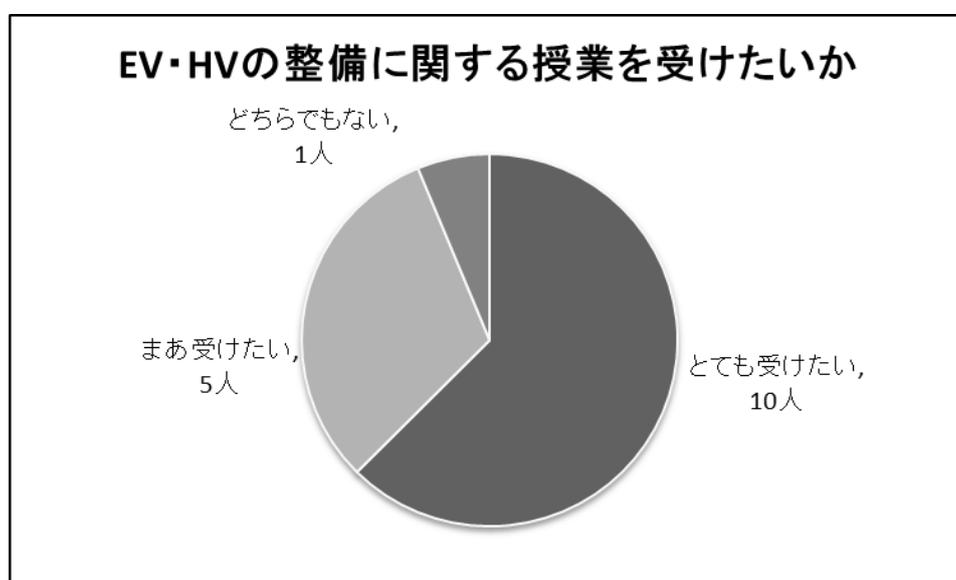


図表 166 EV・HVの整備ができることの重要性

電気自動車やハイブリッド車の整備ができることについては、全員が「重要」と回答している。特に、75%に当たる12名は「とても重要」という回答であった。

7. 今後、ハイブリッド車や電気自動車、燃料電池自動車の整備に関する授業を受けたいですか。

選択肢	回答数
とても受けたい	10名
まあ受けたい	5名
どちらでもない	1名
あまり受けたくない	0名
全く受けたくない	0名

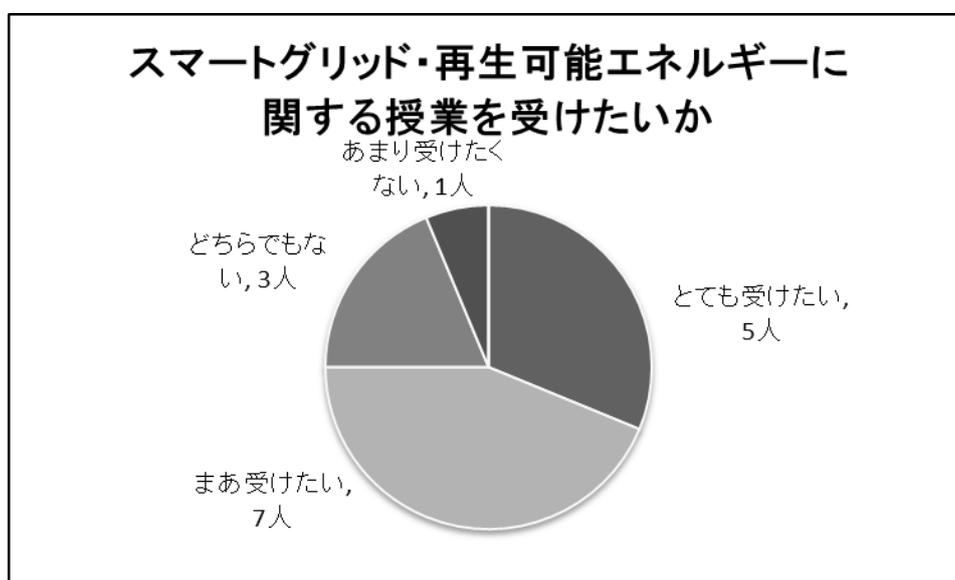


図表 167 EV・HVの整備に関する授業を受けたいか

電気自動車、ハイブリッド車、燃料電池自動車の整備に関する授業を受けたいかでは、1名を除いて「とても受けたい」「まあ受けたい」と回答している。このうちの3分の2は「とても受けたい」という回答であった。

8. 今後、スマートグリッドや再生可能エネルギーに関する授業を受けたいですか。

選択肢	回答数
とても受けたい	5名
まあ受けたい	7名
どちらでもない	3名
あまり受けたくない	1名
全く受けたくない	0名



図表 168 スマートグリッド・再生可能エネルギーに関する授業を受けたいか

スマートグリッドや再生可能エネルギーに関する授業を受けたいかでは、全体の75%に当たる12名が「とても受けたい」「まあ受けたい」と回答している。一方、「どちらでもない」が3名、「あまり受けたくない」が1名であり、設問7の整備に関する授業と比較すると、積極的な学生は減少した。

9. 今回の講座について感想や要望等があれば、ご自由にご記入ください。

<全回答>

- ・すごくよかったです！！
- ・実習がためになった。
- ・暗幕が欲しかった。

自由意見は回答が少なかったが、講座を評価する回答が2件あった。また、「暗幕が欲しかった。」という回答は、整備場の白い壁をスクリーンとしてプロジェクタの投影を行っていたが、壁の反対側が南向きで、その大部分がガラス窓であったために、壁に投影したスライド資料が見辛かったことであると考えられる。

第4章 まとめ

アンケートの結果を分析すると、授業の理解度では、「EVの基礎知識」及び「EV周辺の技術」は、他の分野と比較すると、「あまり理解できなかった」という回答が多かった。また、「よく理解できた」「少し理解できた」を合計すると、「EVの基礎知識」は8件、「EV周辺の技術」は6件であった。一方、それ以外の3つの分野はいずれも10件以上となっており、分野によって理解度に差がついた。理解度が高かった2分野のうち「EVの技術」及び「スマートグリッド実習」は実演や実習を多く含んでいる。座学中心よりも、実演や実習中心の方が理解させやすいことが確かめられた。

また、説明のわかりやすさでも、「EVの技術」「スマートグリッド実習」は、8割以上が「とてもわかりやすかった」「わかりやすかった」と回答している。教材のわかりやすさでは、この2つの分野は特に高い評価である。さらに、授業への興味でも、これら2つの分野で非常に高い結果となった。これらのことから、実演や実証をさらに多く取り入れたカリキュラムを検討するべきであると考えられる。また、教材にも、実車やキットを取り入れるなどの工夫が必要になる。

実証講座の結果、最も勉強になったこととして、リーフの整備に関する内容（「EVの技術」で扱った）、及びスマートグリッド実習に関する内容を挙げている学生が多かった。いずれも、現行の1級自動車整備士養成カリキュラムには含まれていない部分であり、十分な教育効果を上げることができたと考えられる。

さらに、ハイブリッド車や電気自動車を整備できることの重要性にも気づかせることができた。これらの自動車の整備に関する授業も受けたという意見が多かった。また、スマートグリッドや再生可能エネルギーに関する授業に関しても、受けたという回答が多かったことから、短い時間ではあったが、興味、理解の両面で一定の効果を上げることができたと結論できる。

今後は、これまでの成果をさらにさらに洗練させ、より教育効果の高いカリキュラムに改善していくことを検討する。また、教員の育成モデルも検討する。特に、ハイブリッド車や電気自動車だけでなく、近年の自動車に多く取り入れられている自動車組込みシステム等は、自動車整備士学科の学生に指導することが難しい。こうした、最新技術に関する分野を効果的に指導できる教員の需要が、今後はさらに増加していくことが予想される。こうした課題を解決するためには、業界との連携体制を構築することも重要である。今年度の実証講座では、自動車整備振興会、及び企業の協力により、効果的な講座を実施することができた。こうした経験を活用し、産学官の連携により自動車整備士を育成する体制の構築を目指すことを、来年度以降の課題の一つとしたい。

付録

教材 A 『EV の基礎知識テキスト』

EVの基礎知識

電気自動車やハイブリット車について、その基礎から構造、制御などについて解説します。

コース概要

1. 電気自動車の基礎知識
2. モータの構造と制御
3. 自動車用電池と充放電制御



1

EV 1

1 電気自動車の基礎知識

- 電動化
電気自動車, 燃料電池自動車
ハイブリット車, プラグインハイブリット車
- エネルギー問題
充電インフラ, 非接触充電(電磁誘導, 電磁共鳴)
VtoH, VtoG, スマートグリッド, 再生可能エネルギー
- テレマティクス
データ通信モジュール, スマートフォンの連携, 音声認識,
衝突防止装置

2

1-1 電気自動車とは

■ 電気自動車の主な歴史

1873年 鉄亜鉛一次電池を用いた実用電気自動車

(1886年 カール・ベンツのガソリンエンジン自動車)

1900年 ローナー/ポルシェの電気自動車

(1908年 T型フォード発売)

1947年 たま号(乗用車型)東京電気自動車社(日産)

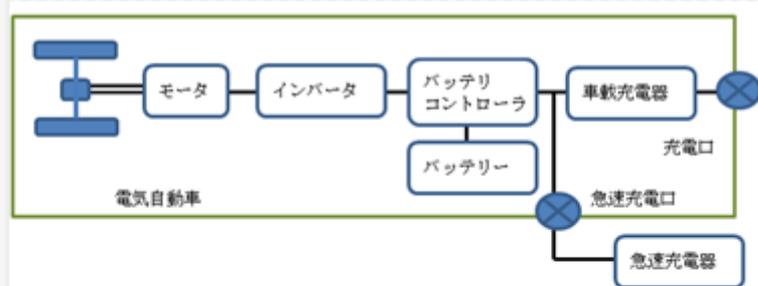
1970年 大阪万国博覧会で275台の電気自動車使用

1996年 GMのEV1。ニッケル水素電池で連続走行200km

2008年 テスラ ロードスター。連続走行378km。

電動化自動車の構成 その1

■ 電気自動車



EVには、モーターを制御するインバータと、バッテリーを制御するコントローラとともに、車載充電器がある。

EV 1-1c

電動化自動車の構成 その2



車載充電器とインバータ、モータ、DC-DCコンバータ、デフなどが一体になったユニット

<http://monoist.atmarkit.co.jp/mn/articles/1212/25/news066.html>

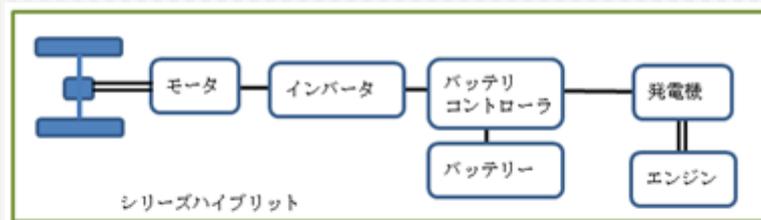


5

EV 1-1d

電動化自動車の構成 その2

■ ハイブリット(シリーズ)

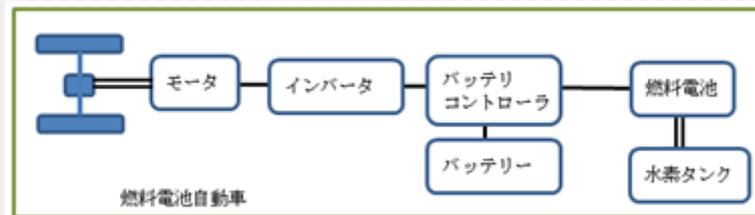


シリーズハイブリットでは、エンジンは発電機を駆動するだけで、タイヤを駆動する機械的な結合はない。基本的には電気自動車

6

電動化自動車の構成^{その3}

■ 燃料電池自動車



FCVは、シリーズハイブリッドのエンジンと発電機の代わりに燃料電池で発電する。二次電池またはスーパーキャパシタが必要。

1-2 代表的なEV・HV・PHV^{その1}

新リーフ	交流同期モータ 80kW リチウムイオン電池 24kWh
i-MiEV	永久磁石同期モータ 47kW リチウムイオン電池 16kWh
プリウス	交流同期モータ 60kW ニッケル水素電池 1.3kWh
プリウスα (7人乗り)	交流同期モータ 60kW リチウムイオン電池 5.2kWh
アクア	交流同期モータ 45kW ニッケル水素電池 0.94kWh

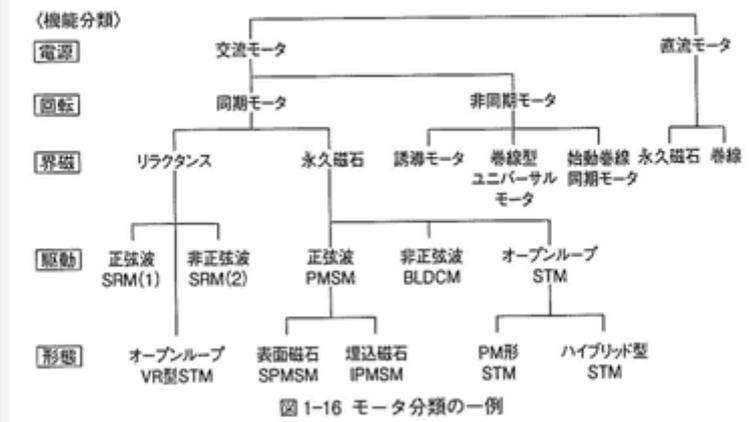
代表的なEV・HV・PHV その2

インサイト	DCブラシレス 10kw ニッケル水素電池 0.58kwh
フィット	DCブラシレス 10kw ニッケル水素電池 0.58kwh
ポルト	誘導モータ 112kw リチウムイオン電池 16.5kWh
テスラ	誘導モータ 215kW リチウムイオン電池 53kwh
RAV4 EV	誘導モータ 115kw リチウムイオン電池 41.8kwh
フィット EV	DCブラシレス 92kw リチウムイオン電池 20kWh

2 モータの構造と制御

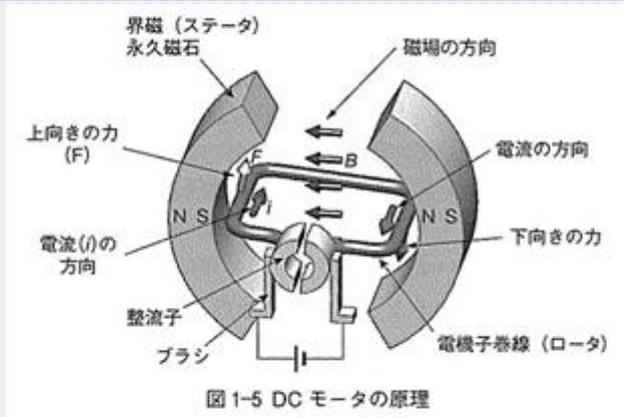
- 2-1 モータの基礎知識
- 2-2 同期モータ
- 2-3 誘導モータ
- 2-4 パワーエレクトロニクス
- 2-5 交流モータ駆動回路
- 2-6 EVのモータ制御回路

2-1モータの基礎知識



電源, 磁界, 駆動電流などによる分類

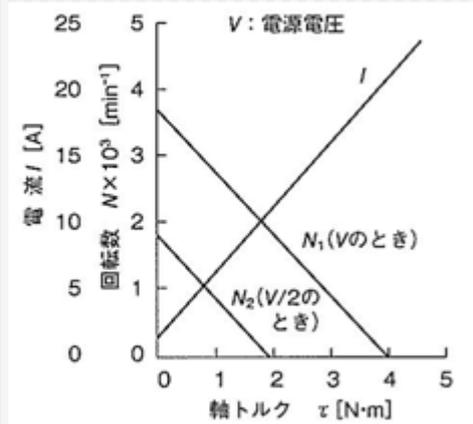
DCモータの構造 永久磁石DC整流子モータ



ブラシが必要

EV 2-1c

DCモータのトルク特性



電圧が一定なら、回転数とトルクは直線関係。停止時が最大トルク

13

EV 2-1d

ACモータの構造

三相交流の回転磁界で動作

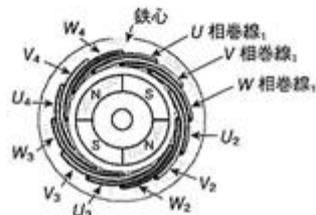


図 1-9 分布巻ステータ

誘導モータ, 同期モータ

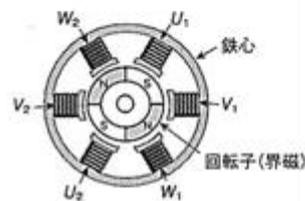


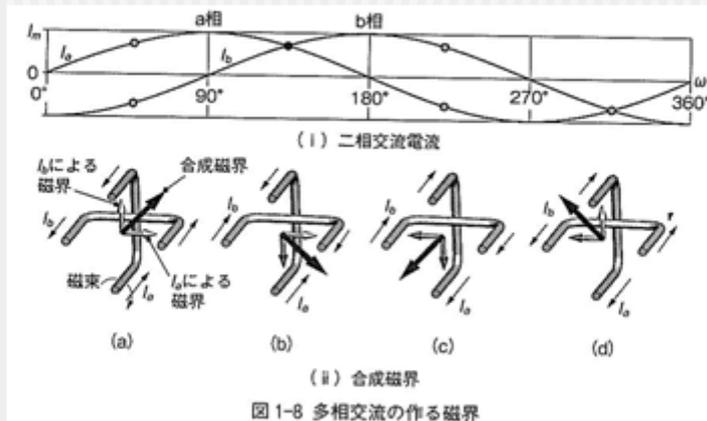
図 1-10 集中巻ステータ

同期モータ

14

EV 2-1e

ACモータの回転磁界 二相交流による回転磁界



固定子が作る磁界の時間変化。正弦波を合成する。

15

EV 2-2a

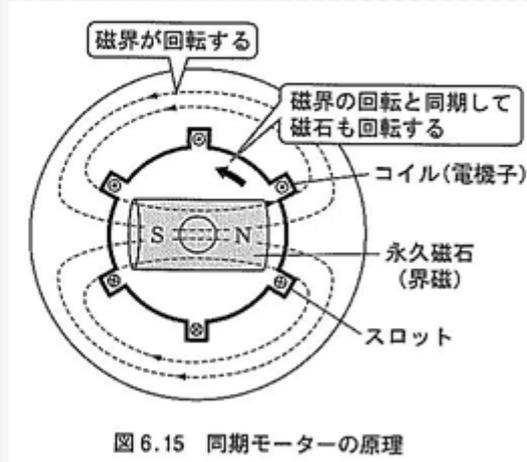
2-2 同期モータ

同期モータの原理	SM(Synchronous Motor)
回転子の構造	
PMSM (Permanent Magnet)	永久磁石同期モータ
SPMSM (Surface Permanent Magnet)	表面磁石同期モータ
IPMSM (Interior Permanent Magnet)	埋込磁石同期モータ
BLDCM (Brush-less DC Motor)	ブラシレス DC モータ
トルク特性	
リラクタン্সモータ	

同期モータの原理、構造、トルク特性などを説明する。さらに関連したモータとして、リラクタン্সモータを紹介する。

16

同期モータの原理

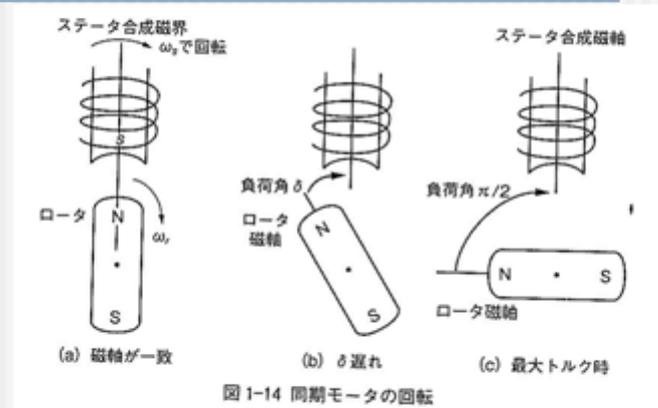


ロータが永久磁石なので、回転磁界と同じ回転数で回転する。

コイルによる電磁石でも実現できる。

17

同期モータの回転 永久磁石のロータ



回転磁界と同じ回転数で回転する。負荷が大きいと磁軸の遅れが大きくなる。最大トルク以上では同期が外れる。(脱調)

18

回転子の構造

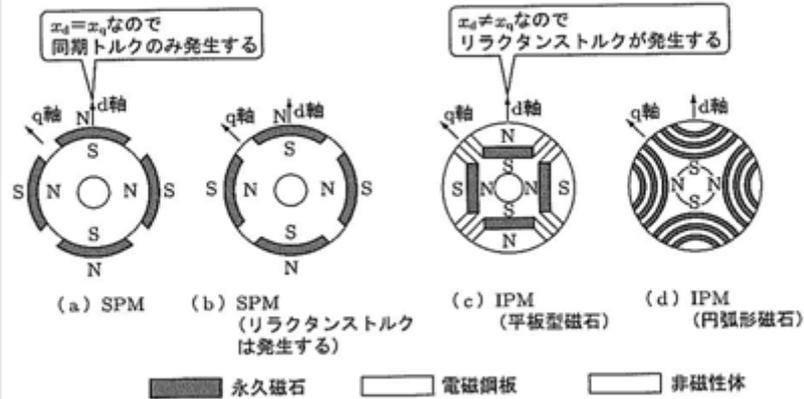


図 6.16 表面磁石と内部磁石の回転子断面

(a)は均一な円形の鉄心なので、リラクタンストルクは発生しない。

19

IPM同期モータのトルク

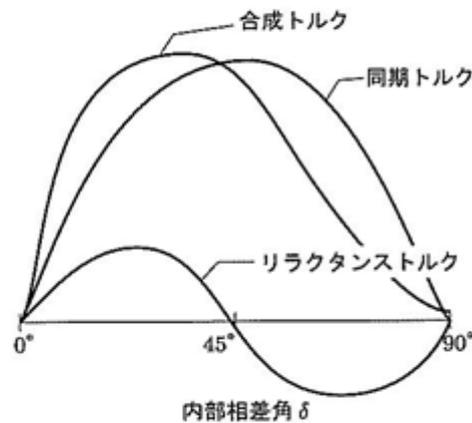


図 6.17 内部磁石型動機モータのトルク

IPM(内部磁石型)同期モータは、鉄心が均一な円形でないので、リラクタンストルクが発生する。

合成トルクは、同期トルクとリラクタンストルクの合成となる。

20

リラクタンスモータ

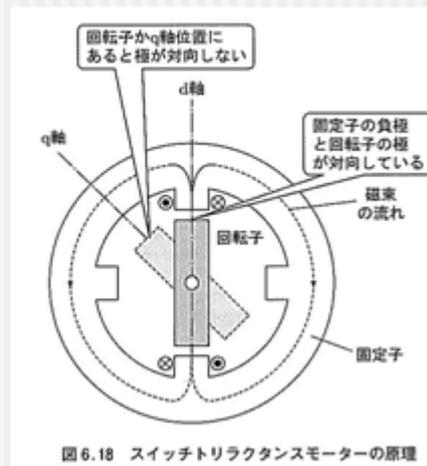


図 6.18 スイッチリラクタンスモータの原理

ロータの鉄心の形が円形でない場合に発生するトルクを利用したモータ。鉄心にコイルは不要。

駆動回路でステータに電流を流す制御を行うタイプのリラクタンスモータをSRM(Switched Reluctance Motor)と呼ぶ。

ステータとロータが少しずれた位置関係の時、コイルに電流を流せば、ロータはステータと対向する位置に近づく。

21

2-3 誘導モータ

回転子と固定子

トルク特性

V/F一定制御とVVVF制御

誘導モータのトルク特性と、モータの回転を制御する方式を説明する。

誘導モータは回転子が誘導コイル。電磁石ではない

回転を制御する方式には、V/F一定制御とVVVF制御がある。

22

EV 2-3b

誘導モータのロータ カゴ型コイル

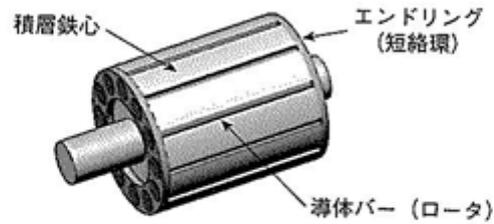


図 1-15 誘導モータのロータ構造

導体バーがエンドリングで短絡(ショート)されている。
ローターがコイルなので、回転磁界に同期しない。少し低い回転数で回転する。

23

EV 2-3c

誘導モータの固定子(ステータ)

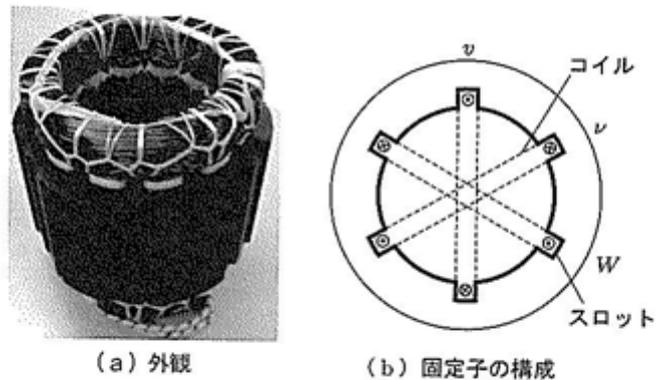


図 6.10 誘導モータの固定子

ステータのコイルの例

24

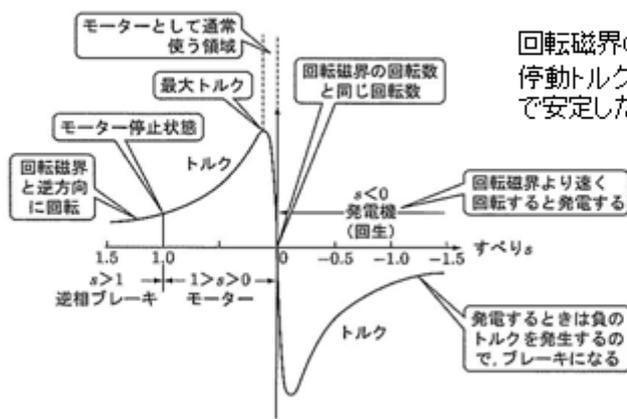
EV 2-3d

誘導モータのトルク特性

$$s = \frac{N - N_{mmf}}{N_{mmf}}$$

N : 回転子の機械的な回転数

N_{mmf} : 回転磁界の回転数



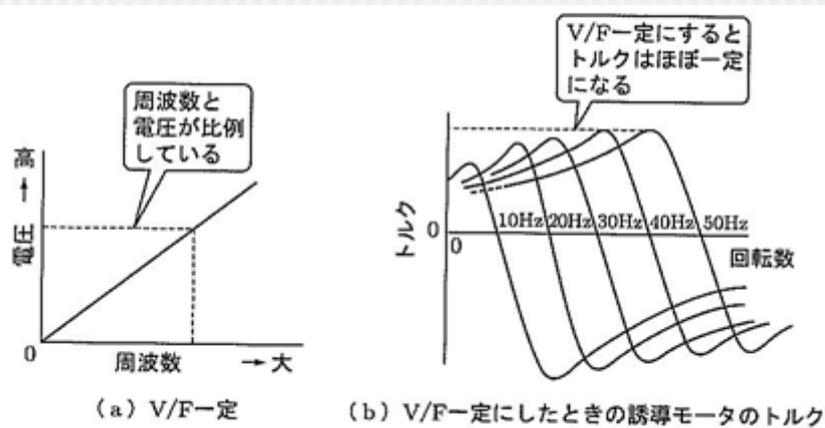
回転磁界の回転速度 Ws から
停動トルクの回転数までの間
で安定したモータ回転となる。

図 6.11 誘導モータのトルク特性

25

EV 2-3e

誘導モータのV/F一定制御



(a) V/F一定

(b) V/F一定にしたときの誘導モータのトルク

図 6.12 誘導モータのV/F一定制御

26

誘導モータのVVVF制御

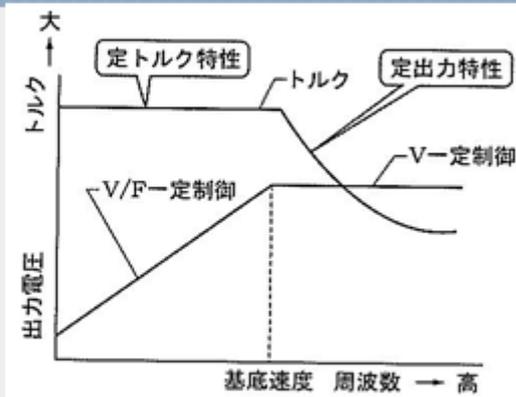


図 6.13 誘導モータのVVVF制御

V/F一定なら定トルク特性となる。

回転数を上げるとモータ駆動電圧が上限に達する。そこからはV一定となり、定出力特性となる。

27

2-4 パワーエレクトロニクス

モータ制御の構成

チョッパ回路, スイッチングデバイス

チョッパ回路の平準化

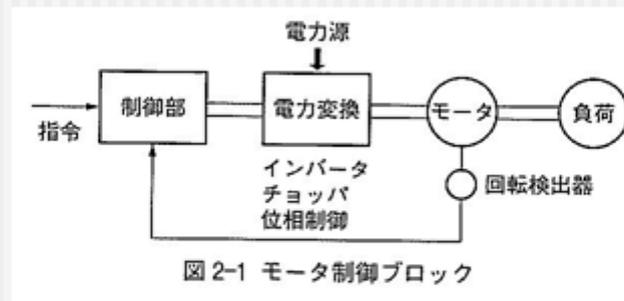
双方向DC-DCコンバータ, 可変電圧システム

同期モータなどを制御するためには、その駆動電圧を可変するなど、電力の変換・制御を行う。そのために用いる素子にスイッチングデバイスがある。

電気自動車のバッテリー電圧とこのモータ駆動電圧には違いがあるので、電圧を昇圧したり降圧する必要がある。そのために降圧チョッパや昇圧チョッパなどのDC-DCコンバータを用いる。

28

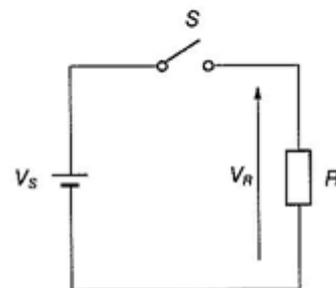
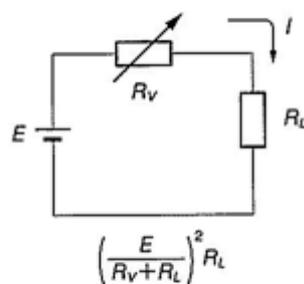
モータ制御の構成



指令とモータの状態から制御を行う部分と、モータを駆動する電力を変換する部分から構成される。
 パワーエレクトロニクスは、電力変換部分を担当する。

29

チョッパ回路



モータを駆動する電圧は、制御部の指示により可変する。
 抵抗で分圧すると、エネルギーロスになるので、チョッパ回路を用いる。

30

EV 2-4d

チョツパ回路の平滑化

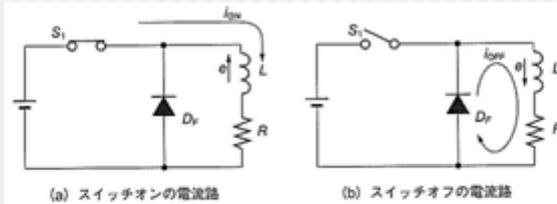


図 2-6 リアクトルの働き

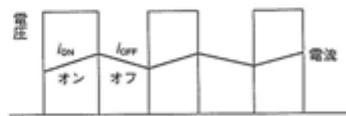


図 2-7 電圧・電流波形

チョツパ回路のリアクトル(コイルのこと)は電流の変化を妨げる方向に起電力を発生する。スイッチOff時の起電力により、還流ダイオードを通して電流が流れる。

31

EV 2-4e

スイッチングデバイス

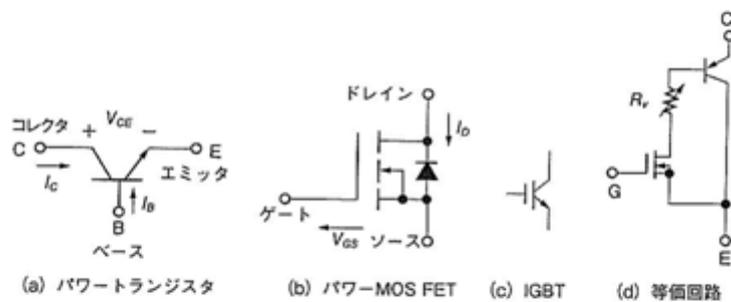


図 2-8 スwitchングデバイス

スイッチ動作を行う素子には、パワートランジスタ、パワーMOS FET、IGBTなどがある。IGBTは高耐圧、大電流の電力制御を実現する。リーフはIGBTを用いている。

32

EV 2-4f

双方向DC-DCコンバータ

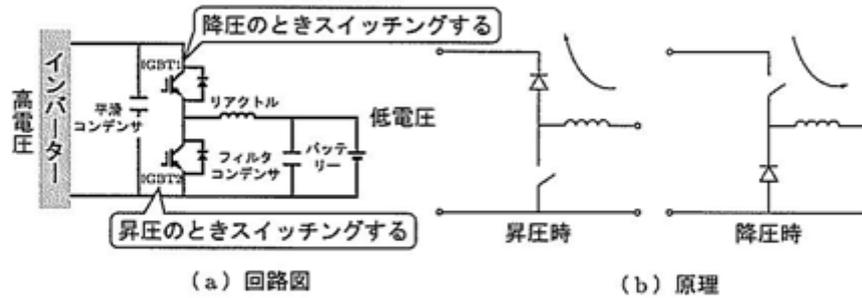


図 7.9 双方向インバータ

双方向DC-DCコンバータは、昇降圧チョップで構成される

33

EV 2-4g

プリウスの可変電圧システム

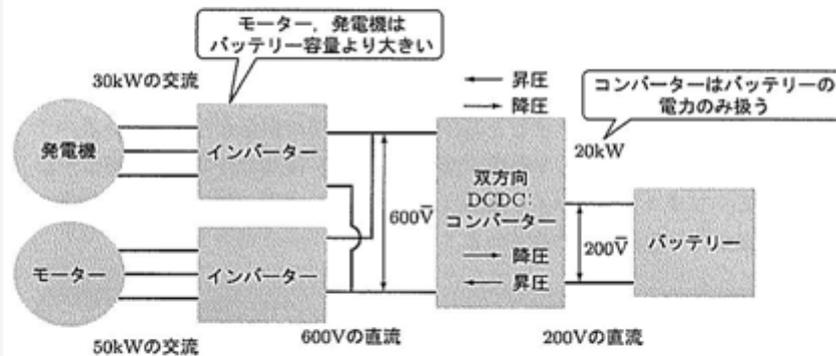


図 7.8 プリウスの可変電圧システム

プリウスは200Vの電池電圧と600Vのモータ駆動電圧を用いている。

34

2-5 交流モータ駆動の基礎

交流モータの駆動回路
 単相インバータ
 三角波比較正弦波PWM
 ハーフブリッジ単相インバータ
 中性点接地三相インバータ
 三相インバータ

誘導モータや同期モータなどの交流モータの駆動回路について、商用電源を用いた一般的なものから、単相インバータ、三相インバータと順に説明をしていく。

交流モータの駆動回路

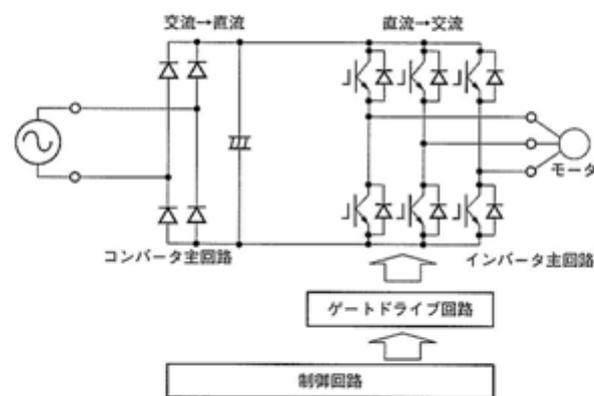


図 2-18 一般的な交流モータの駆動ブロック図

商用電源で交流モータを駆動するブロック図

EV 2-5c

単相インバータ

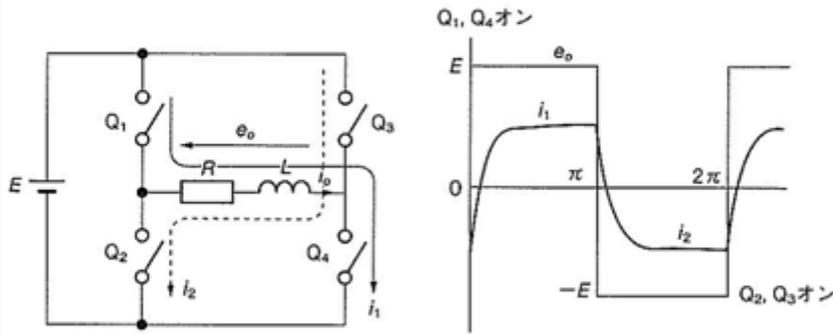


図 2-19 単相インバータ

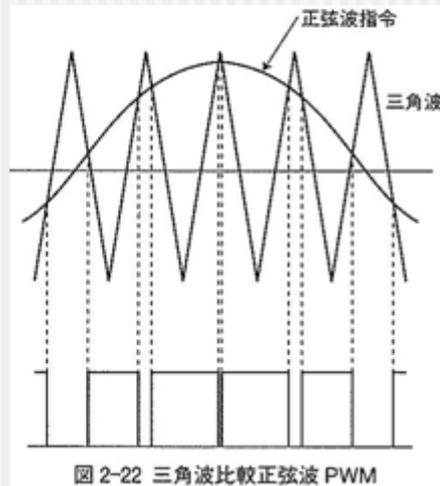
図 2-20 出力電圧波形

三相コイルの1つだけを駆動する回路。

37

EV 2-5d

三角波比較正弦波PWM



モータ駆動波形を正弦波にするための方法。

回転磁界は正弦波の駆動電力を合成する。

波高値が一定で、持続時間が可変のPWMを平滑化して正弦波を得る。

PWM
(Pulse Width Modulation)

38

EV 2-5e

ハーフブリッジ単相インバータ

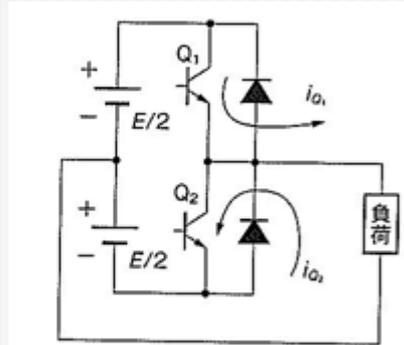


図 2-23 ハーフブリッジ単相インバー

単相インバータを3組用いると、スイッチが12個必要になる。

これを6個にするための工夫。

39

EV 2-5f

中性点接地三相インバータ

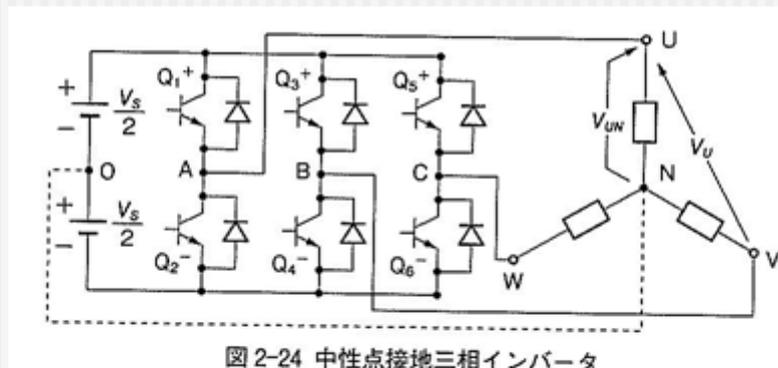


図 2-24 中性点接地三相インバータ

ハーフブリッジ単相インバータを3組もちいた三相インバータ

40

三相正弦波PWM

三相の正弦波と、それをPWM化するために用いる三角波と、PWM化された三相インバータのスイッチの状態

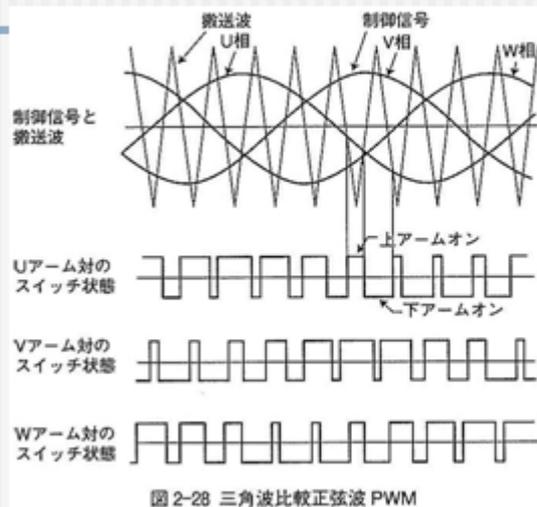


図 2-28 三角波比較正弦波 PWM

41

2-6 EVのモータ制御

クローズドループ制御

トルクの制御、速度制御、位置制御

インバータ制御特性とΔ接続のインバータ

ブラシレスDCモータとそのドライブ回路、駆動波形

EVのモータ制御、モータの実例(構造・駆動波形・駆動回路)

電力変換部の制御にはクローズドループ制御が用いられる。

制御部はモータのトルク制御、速度制御、位置制御を行う。

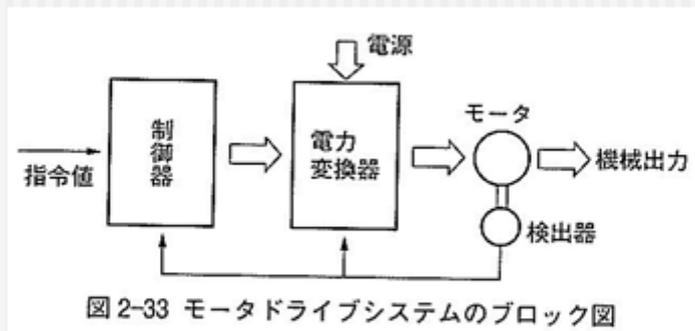
誘導モータや同期モータを駆動するインバータを補足説明し、さらにブラシレスDCモータについて説明する。

EVで用いられているモータ制御のブロック図を説明する。

42

EV 2-6b

クローズドループ制御

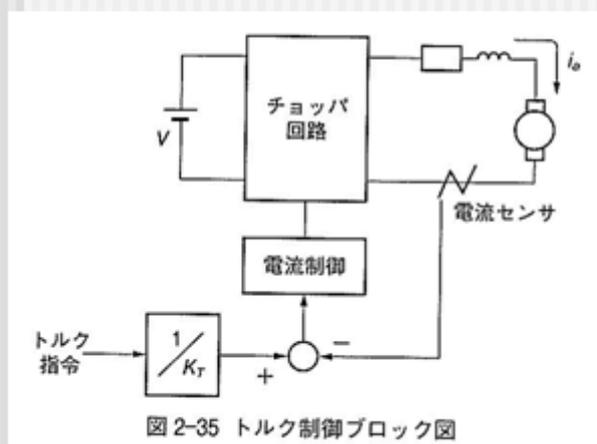


指令に対してモータがどのように動作しているかフィードバックする制御である。負荷が一定しない自動車のモータ制御はクローズドループ制御になる。

43

EV 2-6c

トルクの制御



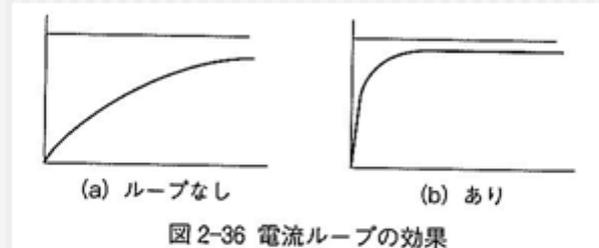
モータを駆動するトルクは、流れる電流に比例する。

したがって、電流センサを用いることで、トルクを測定できる。

44

EV 2-6d

電流ループの効果



モータの持つインダクタンスの効果で、電流値は指定の値になるまで時間がかかる。トルク制御の電流検出により、不足している電流値を補うように駆動電圧を大きくすることで、短い時間で指定の値にする。

45

EV 2-6e

インバータ制御特性

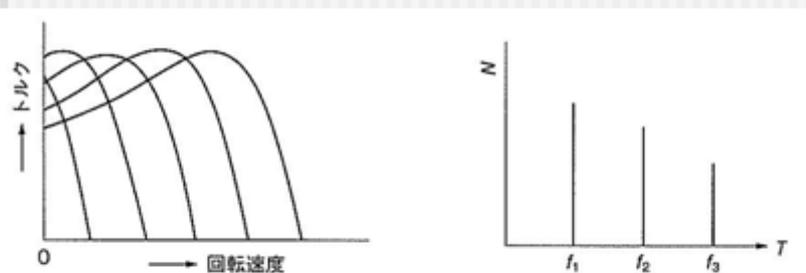


図 2-41 誘導モータのインバータ制御

図 2-42 同期モータのインバータ制御

誘導モータはインバータの周波数と必要なトルクで回転数が決まる。
同期モータはインバータの周波数だけで回転数が決まる。

46

EV 2-6f

△接続のインバータ

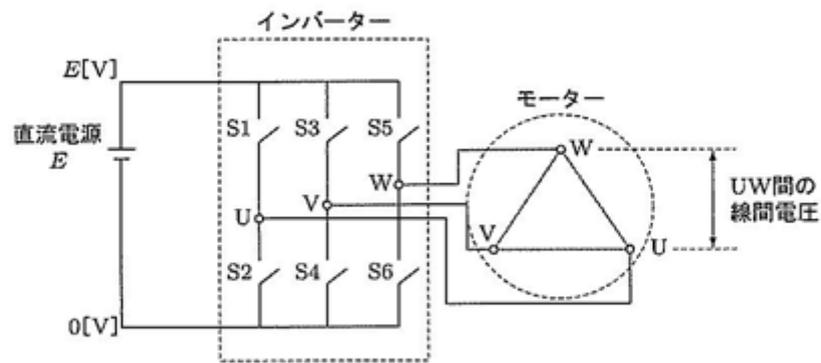


図 7.1 インバータの原理回路

Y接続ではなく、 Δ (デルタ)接続でも三相モータを駆動できる。

47

EV 2-6g

ブラシレスDCモータ(BLDCM)

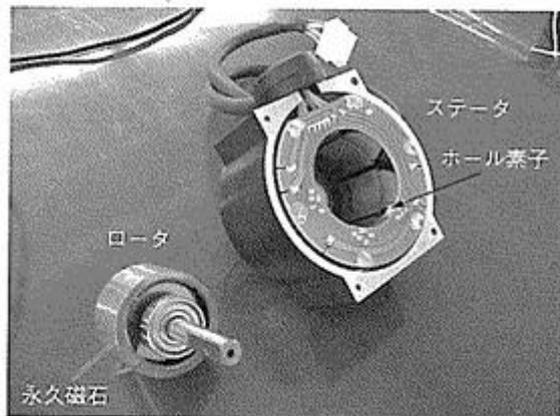


写真 2-1 ブラシレスモータの構造

BLDCMは、三相同期モータと同様なステータとロータとともに、位置検出用のホール素子を持つ。

48

BLDCMのドライブ回路

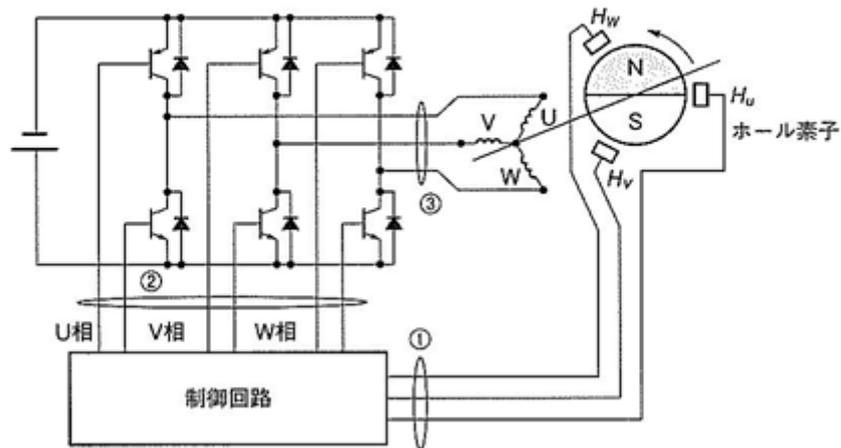


図 2-43 ドライブ回路

49

駆動波形

BLDCMの
駆動波形は
正弦波では
なく、DC。

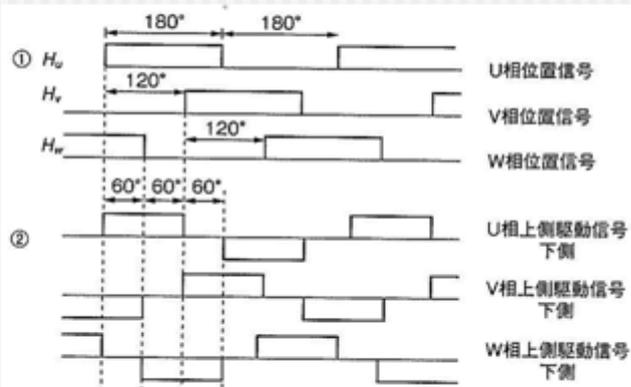


図 2-44 ドライブ回路

50

EV 2-6j

モータの実例



ホール素子の磁気センサでロータの位置を検出する。

51

EV 2-6k

モータの構造と駆動波形

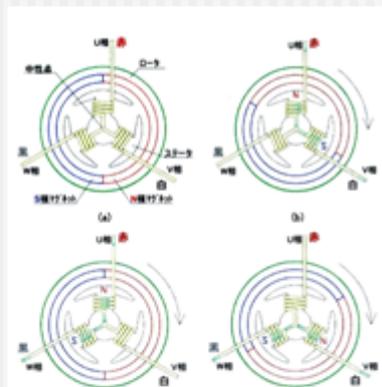
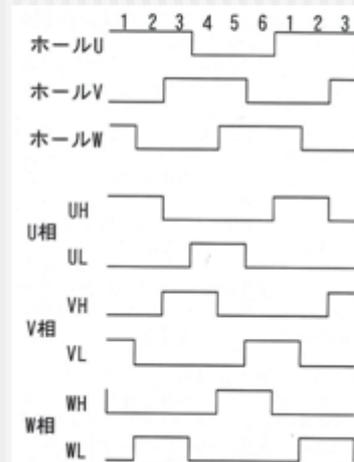


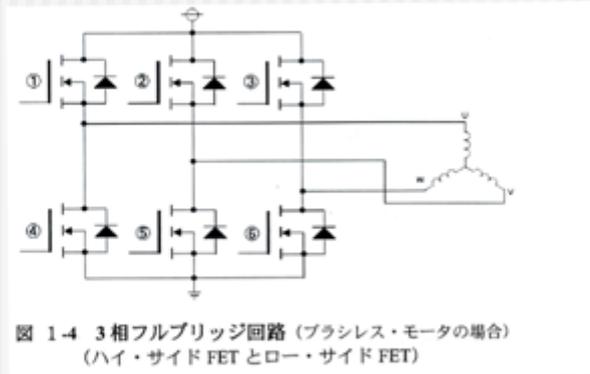
図 1-1 3相ブラシレス DC モータ基本構造と動作

ホール素子で駆動波形を制御する



52

駆動回路



Y結線(スター結線)の中性点接地三相インバータを用いている。

53

3 自動車用電池と充放電制御

- 3-1 電池の基礎知識
- 3-2 リチウム・イオン電池
- 3-3 ニッケル水素電池
- 3-4 充放電の制御

54

3-1 電池の基礎知識

■ 電池とは

化学反応による発電(化学電池)

一次電池, 二次電池(蓄電池), 燃料電池

熱や光による発電(物理電池)

太陽電池(太陽光発電), 熱電池(熱電対など)

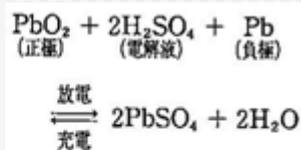
機械による発電(発電機)

火力発電, 原子力発電, 風力発電

化学電池

そのままでは、激しく化学反応してしまう二種類の物質を、電気を取り出す速さに合わせて、おだやかに反応させる。

■ 鉛蓄電池



■ リチウムとフッ素の電池

理論電圧6ボルト

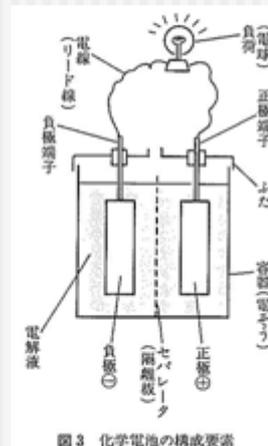


図3 化学電池の構成要素

スーパーキャパシタ

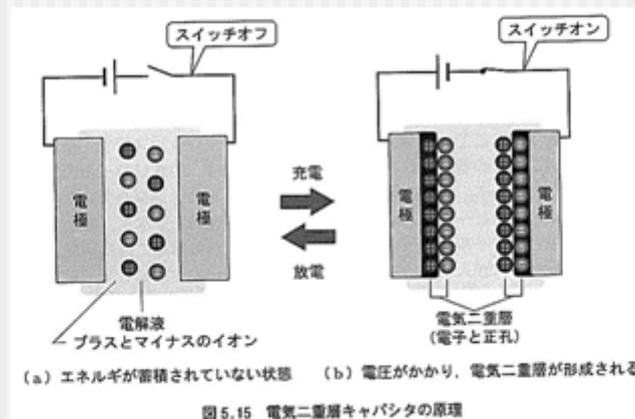
表6 スーパーキャパシタと二次電池

項目	スーパーキャパシタ	二次電池
電気をためるしくみ	物理現象	化学反応
ためられる電力量 (Wh/kg)	小さい (0.2~2)	大きい (30~120)
力の出し方(放電)	短時間(数秒間)に全エネルギーが放出できる。 瞬間的に500~800 W/kg	数分間から1年間にわたる用途に対応できる。 最大は200 W/kg くらい
充電に要する時間	短い、数分間でもできる	早くても十数分、通常3~8時間
放電中の電圧	放電とともに直線的に下がる	電圧変化の少ないのが特徴

スーパーキャパシタは大容量コンデンサーのこと

57

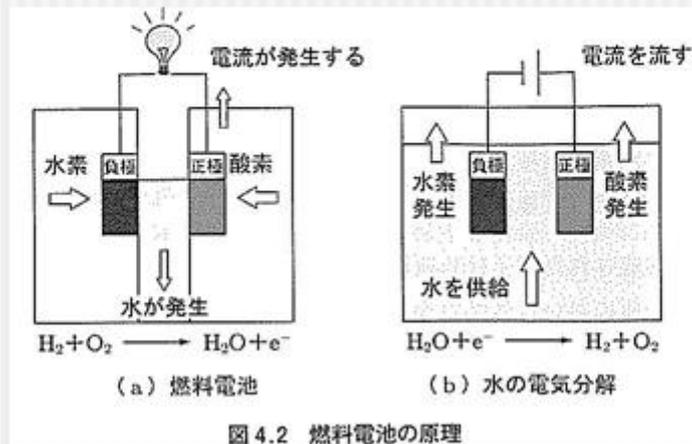
電気二重層



スーパーキャパシタは、電気二重層を利用している。

58

燃料電池



59

二次電池

■ 充電可能な電池

小パワーで長時間使用は一次電池
 大パワーで短時間使用は二次電池

置時計には用いられない
 数年に1回の充電用に高額な充電器が必要

■ 主な二次電池

鉛蓄電池
 ニッケル・カドミウム蓄電池
 ニッケル水素蓄電池(Ni-MH)
 リチウム・イオン蓄電池

60

EV 3-2a

3-2 リチウム・イオン電池

〈表1-5-1〉リチウム・イオン蓄電池のラインナップ [三洋電機㈱]

型名	公称電圧 [V]	定格容量 [mAh]	寸法 [mm]				質量 [g]	備考	
			外径	高さ	幅	厚み			
円筒形	UR18650F	3.7	2300	18.1	64.8	—	—	45	
	UR18650H	3.7	1900	18.1	64.8	—	—	46	高負荷用途向け
	UR18650V	3.7	1900	18.1	64.8	—	—	46	動力用途向け
	UR18500F	3.7	1500	18.1	49.3	—	—	35	
	UR14650P	3.7	940	13.9	64.7	—	—	26	
	UR14500P	3.7	800	13.9	49.2	—	—	20	容量アップ開発中
	UR14430P	3.7	660	13.9	42.8	—	—	17	開発中
角形	UF103450F	3.7	1800	—	50.0	34.0	10.0	39	オーバル形状
	UF653450R	3.7	1100	—	49.6	33.9	6.4	25	
	UF553450F	3.7	1000	—	49.8	33.9	5.4	21	
	UF553450R	3.7	990	—	49.6	33.9	5.4	20	オーバル形状

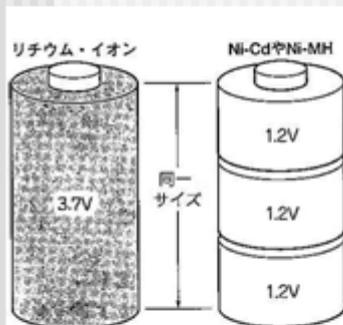
以下省略

テスラやMINI-EVは18650を用いる。

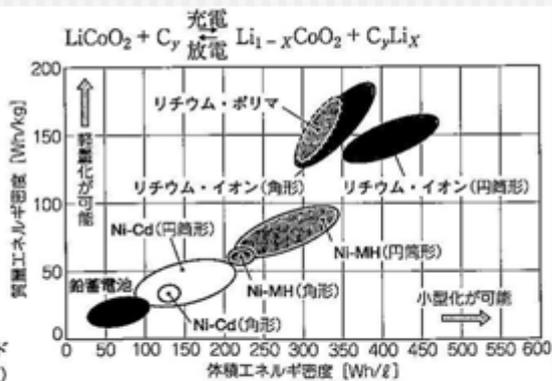
61

EV 3-2b

リチウム・イオン電池



〈図1-5-1〉リチウム・イオン蓄電池とニカド蓄電池(Ni-Cd)やニッケル水素蓄電池(Ni-MH)との比較

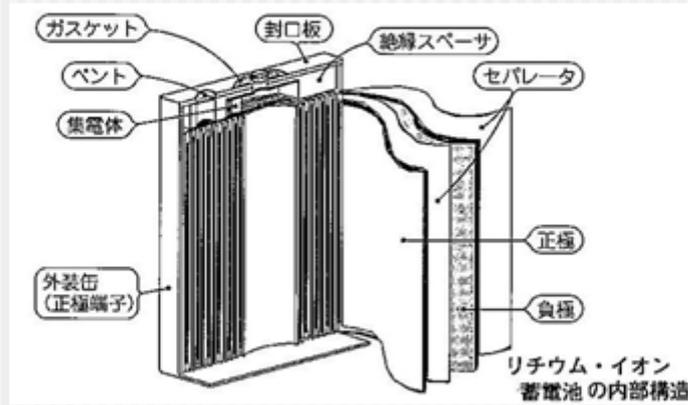


〈図1-5-2〉各種電池の1セルあたりのエネルギー密度の比較

62

EV 3-2c

リチウム・イオン電池の構造

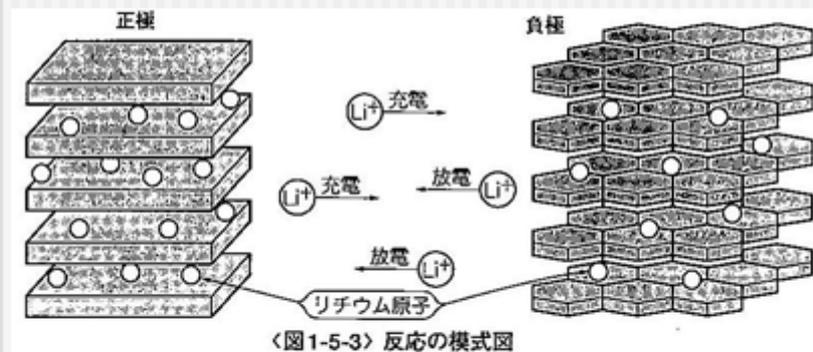


アルミ箔に塗布された正極と、銅箔に塗布された負極がポリエチレン製の微多孔でできたセパレータを介して巻き取られている。。

63

EV 3-2d

リチウム・イオン電池の動作

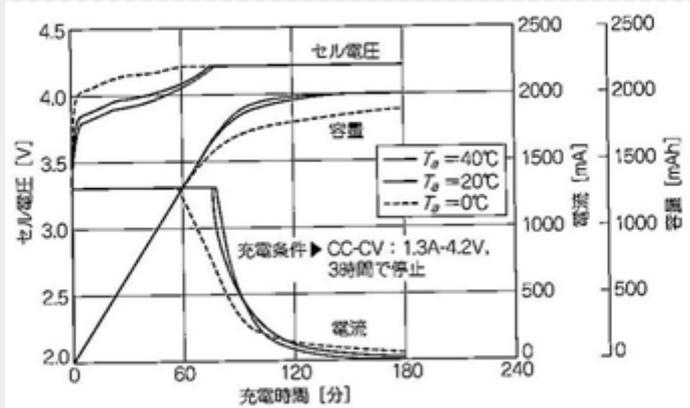


充放電において、正負極ともに、リチウムイオンが、その内部に出入りする。

64

EV 3-2e

18650の充電特性



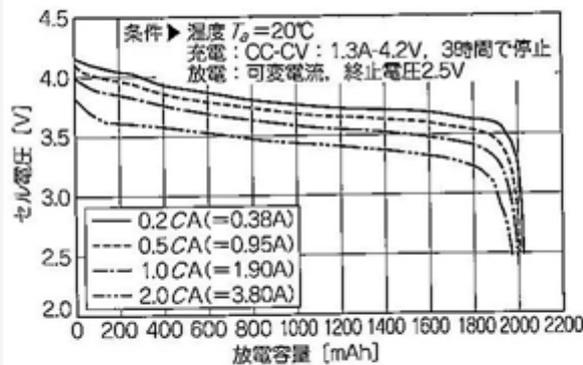
〈図1-5-5〉 UR18650の充電特性

定電流充電し、続けて定電圧充電を行う。

65

EV 3-2f

18650の放電特性



〈図1-5-6〉 UR18650の放電負荷特性

Cは容量の数字を表す。1900mAhの電池なら、1C=1.9A

大電流放電での電圧降下が大きく、大電流で使用しにくい。

66

3-3 ニッケル水素電池

負極に水素吸蔵金属、正極にニッケル酸化物を用いる。

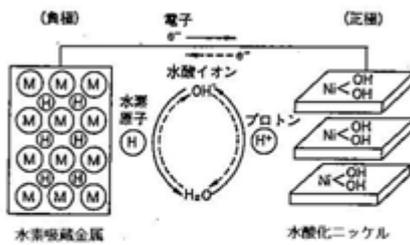


図4 ニッケル・水素電池の原理

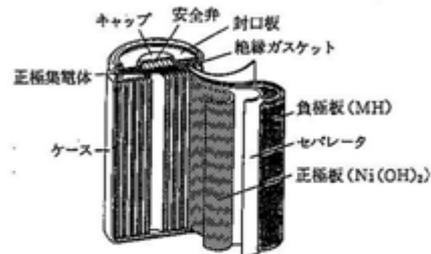


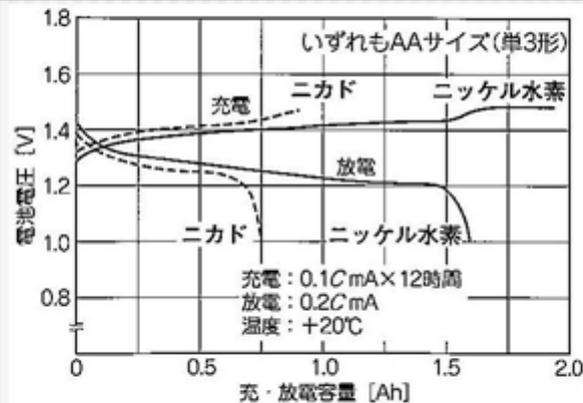
図5 ニッケル・水素電池の構造

- (1) $\text{Ni(OH)}_2 + \text{OH}^- = \text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^-$ ($E = +0.49\text{V}$)
- (2) $\text{M} + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- = \text{MH} + \text{OH}^-$ ($E \sim -0.828\text{V}$)
- (3) (全反応) $\text{Ni(OH)}_2 + \text{M} = \text{NiOOH} + \text{MH}$ ($E \sim 1.318\text{V}$)

シート状の正極と負極をセパレータを介して渦巻き状に巻く。

67

ニッケル水素電池の充放電特性



ニカド電池とニッケル水素電池は特性が似ている。

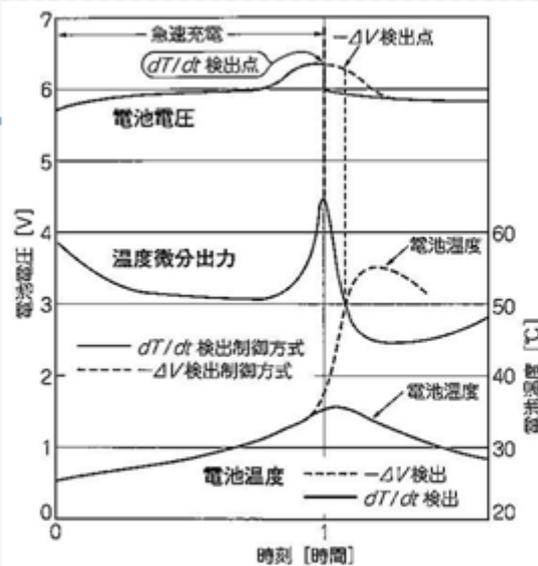
〈図1-6-2〉ニッケル水素蓄電池とニカド蓄電池の充放電特性の比較

68

EV 3-3cd

充電時の 電圧変化

<満充電の判断>
 温度変化(温度微分) dT/dt を検出
 $-\Delta V$ (電圧の降下)を検出



<図1-6-11> 組み電池(AAサイズ×4直列)の充電時の電圧変化

69

EV 3-4a

3-4充放電の制御

■ 公称電圧と最終放電電圧

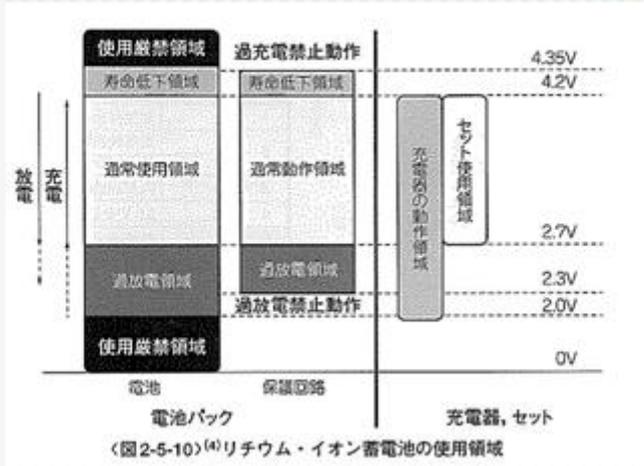
<表2-1-1> 代表的な電池の充放電電圧範囲と充電制御方法

電池の種類	一般的な値			充電電源	満充電検出方法	
	最終放電電圧 [V/セル]	公称電圧 [V/セル]	満充電時最大電圧 [V/セル]			
アルカリ乾電池	1.0	1.5	1.6~1.8 (未使用時)	—	—	
ニカド蓄電池	1.0	1.2	1.6~1.8	定電流	$-\Delta V$ 検出、 $\Delta T/\Delta t$ 検出	
ニッケル水素蓄電池	1.0	1.2	1.6~1.8	定電流	$-\Delta V$ 検出、 $\Delta T/\Delta t$ 検出	
リチウム・イオン蓄電池	コークス	2.5~2.8	3.6	4.1~4.2	定電流定電圧	I_{min} 検出
	グラファイト	3.0	3.6	4.1~4.2	定電流定電圧	I_{min} 検出
鉛蓄電池	1.6~1.75	2.0	2.283~2.3	定電流定電圧	I_{min} 検出	

70

EV 3-4b

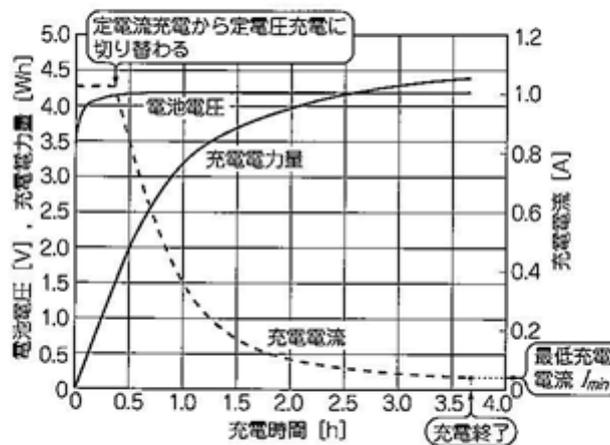
リチウム・イオン電池の使用領域



71

EV 3-4c

リチウム・イオン電池の充電特性

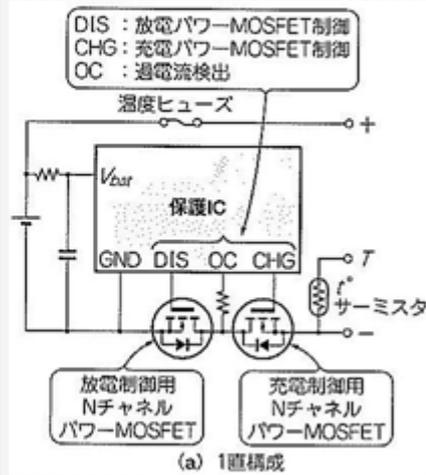


〈図 2-1-10〉 リチウム・イオン蓄電池の充電特性の実測例
(充電電圧 4.2 V, 急速充電電流 1 A, 定電流 1.9 A 充電)

72

EV 3-4d

リチウム電池パック

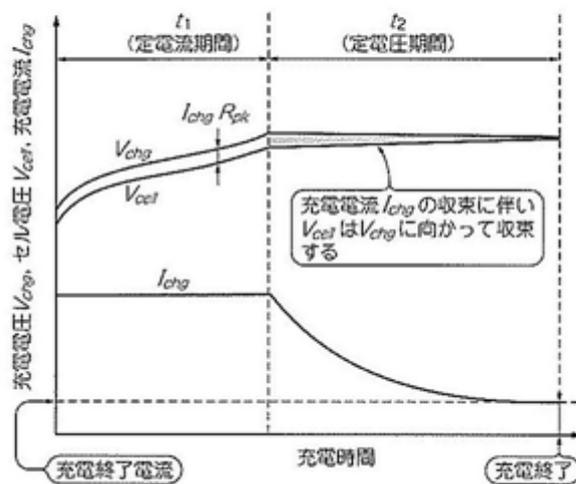


リチウムイオン電池1個
を内蔵した電池パックの
内部回路(1直)

73

EV 3-4e

定電流・定電圧(CVCC)充電特性



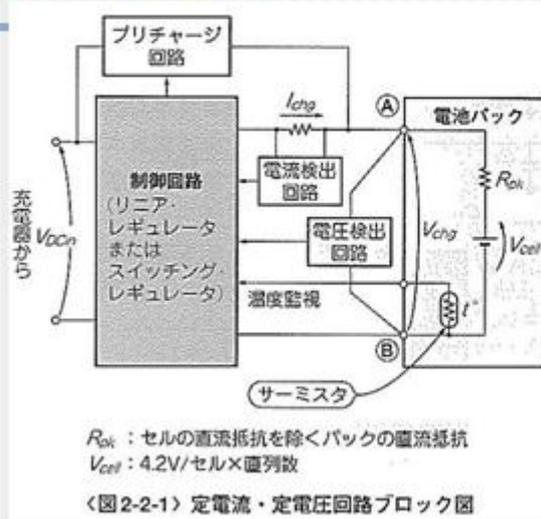
〈図 2-2-2〉 CVCC 充電回路の充電特性

4

EV 3-4f

定電流・定電圧充電回路

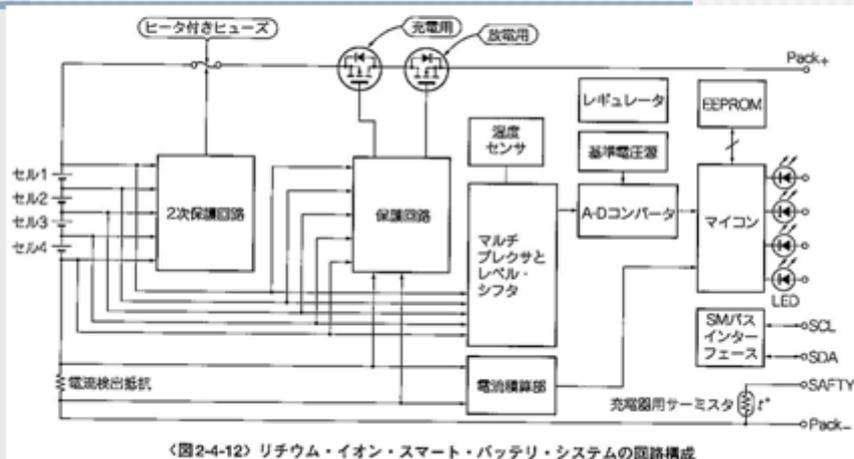
CVCC
Constant
Voltage
Constant
Current



75

EV 3-4g

スマートバッテリーシステム



ノートパソコンなどの電池パックの標準規格がある

76

本日はここまで



図の出典

現場の即戦力 電動モータドライブの基礎と応用
電気自動車 電気とモータで動く「くるま」のしくみ
電池のサイエンス
電池応用ハンドブック
最新二次電池 材料の技術

術評論社
森北出版
森北出版
CQ出版
シーエムシー出版

再生可能エネルギー

風力発電などの
自然エネルギーから燃料電池などの
新エネルギーについて解説します。

コース概要

1. 再生可能エネルギーとは
2. 自然エネルギーの活用
3. 新エネルギーの活用



1

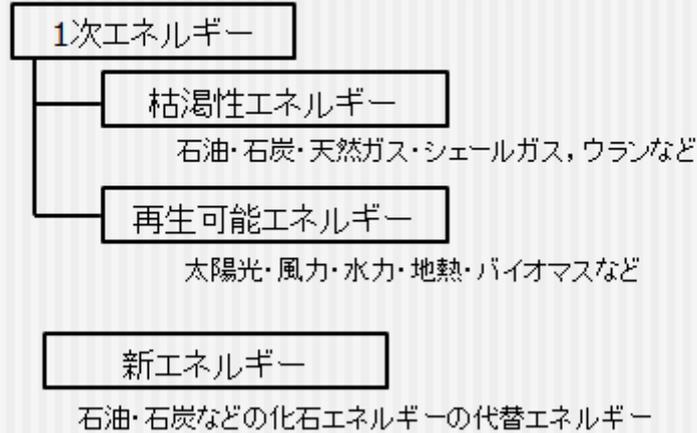
再生 1

1再生可能エネルギーとは

- エネルギーとは
日常生活・産業・運輸など，社会活動に必要な動力の源
石油・石炭・天然ガス・水力・原子力などのエネルギー資源
- 1次エネルギー源と2次エネルギー源
1次エネルギー源：
石油・石炭など，自然界に存在するもの。
2次エネルギー源：
電力，水素など，1次エネルギー源を変換したもの

2

1-1エネルギーの種類



新エネルギー利用等に関する指針

1. 太陽光発電
2. 風力発電
3. クリーンエネルギー自動車
4. 廃棄物燃料製造
5. 廃棄物発電
6. 廃棄物熱利用
7. 温度差エネルギー
8. 天然ガスコージェネレーション
9. 燃料電池
10. 太陽熱利用

自然エネルギーと新エネルギー

自然エネルギー

太陽光・風力・小水力・地熱・バイオマス・波力・海洋温度差など、自然由来で環境負荷が少なく、枯渇しない再生可能なエネルギーの総称

新エネルギー(自然エネルギー以外)

グリーンエネルギー自動車, 廃棄物燃料製造, 廃棄物発電, 廃棄物熱利用, 温度差エネルギー, 天然ガスコージェネレーション, 燃料電池

1-2スマートグリッドとEV

自然エネルギー活用の問題点

小規模発電所の乱立



スマートグリッド

発電量が自然任せであるものが大半



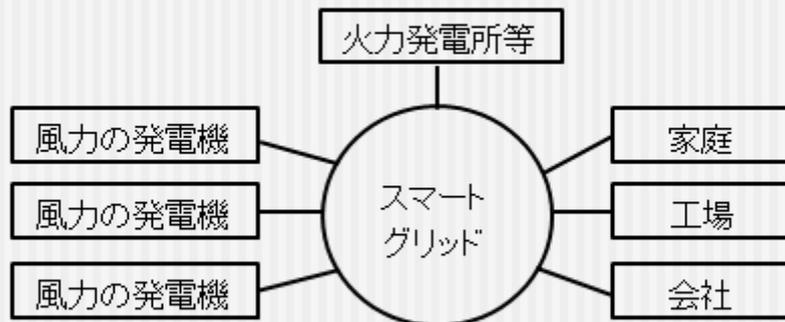
二次電池による蓄電



EVの活用

再生 1-2b

スマートグッドとは

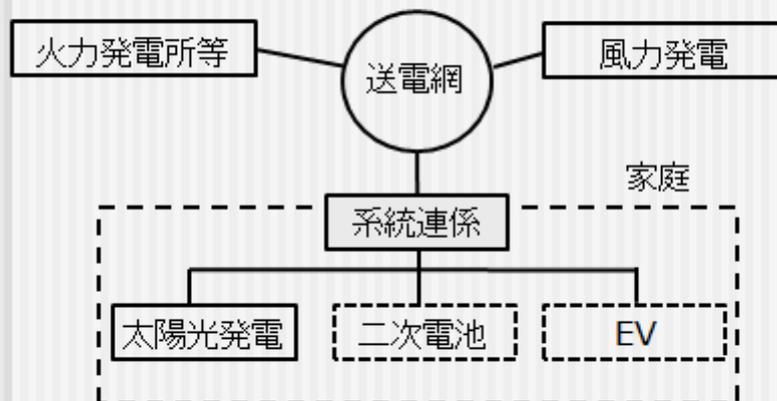


電気は簡単には貯められないので、使う量と同じ量を発電しなければならない。風力発電の発電量は風任せなので、必要な量の発電の調整に対応した送電網が要求される。

7

再生 1-2c

家庭での発電と電力会社への売電



家庭や風力発電で発電した電力は電力会社に売電できる

8

2 自然エネルギーの活用

- ここで扱う自然エネルギー
 - 太陽光エネルギー
 - 風力エネルギー
 - 地熱エネルギー
 - 海洋・河川エネルギー
 - 温度差エネルギー
 - バイオマスエネルギー

2-1 自然エネルギーとは

自然由来で環境負荷が少なく、枯渇しない再生可能なエネルギーの総称

- サムソ島プロジェクト
 - デンマークにある「再生可能エネルギーの島」
 - 暖房と電気エネルギーの100%を自然エネルギーで賄うだけでなく、デンマーク本土に送電している。

再生 2-1b

サムソ島プロジェクト その1



<https://maps.google.co.jp/maps>より一部加工



<http://euro.typepad.jp/blog/2009/12/post-b493.html>より抜粋

11

再生 2-1c

サムソ島プロジェクト その2

熱供給の約30%は、バイオマスによって生産されている。

地域暖房システムが導入され、将来は60%の家庭に熱を供給する予定である。

残りの農村部の家庭には、太陽熱システムや、ヒートポンプ、個別のバイオマスプラント、家庭用小型風車などが用いられる。

自動車などの輸送部門は再生可能エネルギーではないが、そこで必要とするエネルギー量に匹敵する洋上発電を行っている。

12

2-2 太陽エネルギー

■ 利点と欠点

利点 枯渇しない。CO₂ の排出がない。
エネルギー輸送が不用。

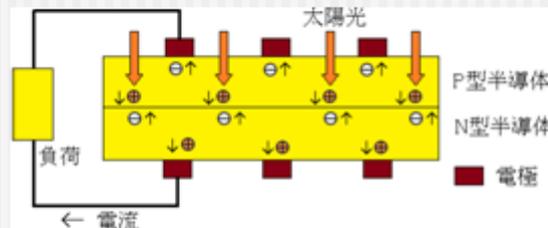
欠点 エネルギー密度が低い。昼夜の差。季節変動。
気象変動。地域差がある。

■ 種類

太陽電池	半導体を用いた光発電
太陽熱発電	太陽熱で蒸気を作り、タービンを回す
太陽熱温水器	家庭用の温水器
ソーラシステム	集熱器と蓄熱槽をもちいた太陽熱温水器

13

太陽電池



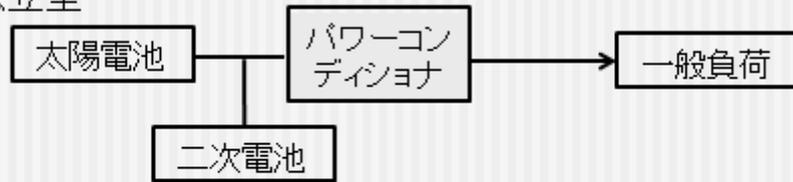
P型半導体とN型半導体の接合部に光が当たると+の正孔とマイナスの電子の対が生成され、それぞれN型半導体とP型半導体に移動する。

LEDと逆の現象である。LEDでも、光を当てると発電する。

14

太陽電池連係システム その1

独立型



系統連係/系統切替型



太陽電池連係システム その2

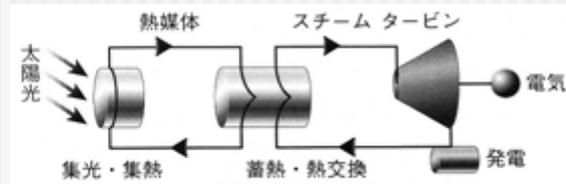
系統連係/常時連係型
(逆潮流あり)



系統連係/常時連係型
(逆潮流なし)



太陽熱発電



太陽光の熱を集め、蒸気を発生し、タービンで発電機を駆動する。

ヘリオスタット(反射板)で太陽を追尾して、集光・集熱する方式などがある。

太陽熱温水器とソーラシステム

■ 太陽熱温水器

屋根の上に温水器を置き、そこに水を貯めて、太陽熱で温めることにより、温水を得る。風呂などの給湯に用いる。安価である。

■ ソーラシステム

屋根の上に集熱器を置き、蓄熱槽で温水を作る太陽熱温水器。給湯だけでなく、床暖房などにも対応する。

エチレングリコールなどの熱媒体を循環させるので、制御系が必要となり、高価である。

2-3 風力エネルギー



銚子沖に完成した国内最大の洋上風力発電設備

直径 92m
高さ 126m

風速13m/秒で
最大出力2.4MW

(写真は建設中)

<http://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/1210/26/news023.html>

風力発電の分類

代表的な風車の規模とその用途

規模	定格出力	ロータ直径	用途
マイクロ風車	0.4kW	1.2m	山小屋など
小型風車	40kW	15m	離島など
中型風車	600kW	45m	事業用
大型風車	2,000kW	75m	事業用
超大型風車	6,000kW	126m	事業用

各国の風力発電

2011年の風力発電設備容量

国名	容量(GW)	国名	容量(GW)
中国	62.7	イギリス	6.5
アメリカ	46.9	カナダ	5.3
ドイツ	29.1	ポルトガル	4.1
スペイン	21.7	デンマーク	3.9
インド	16.1	スウェーデン	2.9
フランス	6.8	日本	2.5
イタリア	6.7	オランダ	2.3

世界の電力需要量の2.3%が風力 (2010年)

21

2-4 地熱エネルギー

■ 地熱資源

火山活動や温泉などにより放出される地下の熱エネルギーの中で、深さ3km程度までの地表に近いものを資源として利用する。

地熱発電や、温泉、暖房・農業用ハウスや魚の養殖などに温水利用できる。

■ 特徴と課題

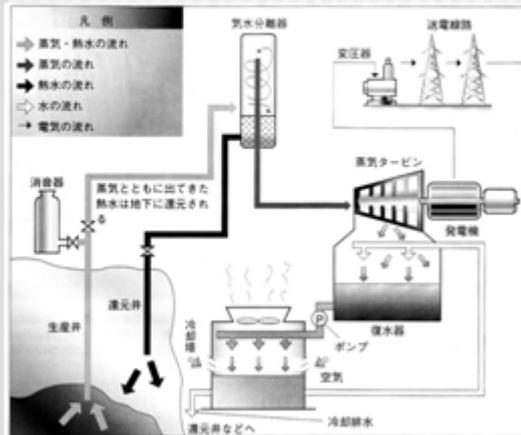
枯渇する心配はない。CO₂ を排出しない。

国立公園や温泉などがある地域と重なるので、地元関係者との調整が必要となる。

22

再生 2-4b

地熱発電



10万Kw程度までの小さな発電所が実現できる。

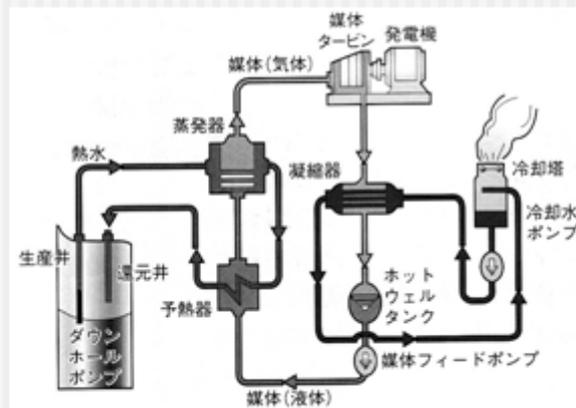
風力発電などとは異なり、連続して一定の出力で発電できることが特徴である。
(ベース電源)

NEDO 技術開発機構パンフレット「地熱開発の現状」

23

再生 2-4c

バイナリサイクル発電プラント



蒸気より低沸点の媒体を用いたタービン発電。

温度の低い地熱資源でも発電できる

NEDO 技術開発機構パンフレット「地熱エネルギーの技術開発を担う」

24

2-5 海洋・河川エネルギー

■ 中小水力エネルギー利用

大きなダムを造らずに、川の流れを利用した水力発電を行う。
 落差が2～15m程度の水路式での発電である。
 出力変動の少ない、安定した電力がえられる。

■ 海洋エネルギー利用

波力発電は、波の力による発電である。
 潮流発電は、潮の満ち引きや、潮の流れによる発電である。
 海洋温度差発電は、海面と海底での温度差による発電である。

2-6 温度差エネルギー

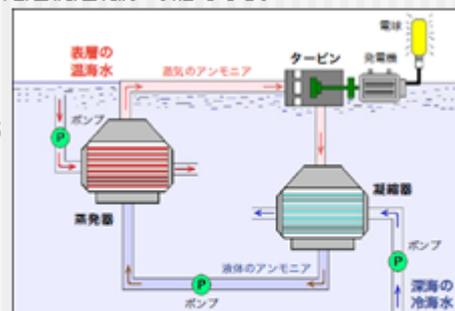
■ 海洋温度差発電

海水の表面と深海(深度800～1,000mなど)の温度差を利用する発電である。安定した連続運転が可能である。

■ 排熱温度差発電

工場からの200℃以下の低熱排熱を利用する発電。

基本原理は海洋温度差発電と同じである。



http://sangakukan.jp/journal/journal_contents/2008/05/articles/0805-02-4/0805-02-4_article.htmlより

2-7 バイオマスエネルギー

■ バイオマスとは

古くから使われているマキやシバ、炭のように生物体からエネルギーを得るものをバイオマスエネルギーと呼ぶ。

現在のバイオマスエネルギーは、直接燃焼だけでなく、ガス化、液化、エタノール発酵、メタン発酵などの変換技術が用いられる。

■ 変換技術

バイオマスの変換技術には、破碎、乾燥、圧搾、爆砕などによる物理的変換技術がある。熱分解することでガス化したり、高温高压の熱水と反応させて液化したり、酸素を遮断して加熱して炭化したりする。

27

3. 新エネルギーの活用

■ ここで扱う新エネルギーと関連技術

燃料電池

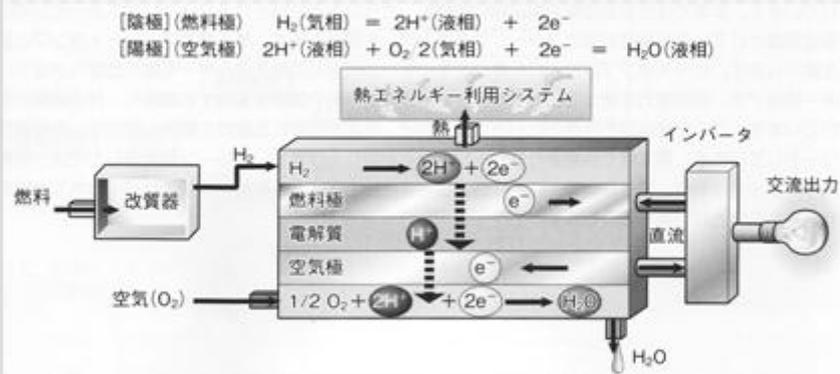
コジェネレーションと分散発電

ヒートポンプと蓄熱

新エネルギー自動車

28

3-1 燃料電池



水素ガスなどと空気を反応させて電気を発生する化学反応装置。燃料電池は、電池ではなく発電装置である。

29

燃料電池の種類 その1

■ PAFC(リン酸形)

電解質にリン酸を用い、200℃程度で動作する。発電効率が40%程度である。工場やビルの定置型が実用化されている。

■ MCFC(融解炭酸塩形)

動作温度が600～700℃と高く、溶解した炭酸塩を電解質とする。天然ガスや石炭ガスでも動作する。発電効率が45%程度で、大型の設置用である。

30

燃料電池の種類 その2

■ SOFC(固体酸化物形)

動作温度が700～1000℃と高く、起動・停止時間も長い。発電効率は55%程度である。天然ガスや石炭ガスが使える。家庭用定置型が実用化されている。

■ PEFC(固体高分子形)

小型軽量で室温動作なので、燃料電池自動車に用いられる。発電効率が低い。動作温度は80～100℃である。

31

主な水素の製造方法

■ コークス炉

製鉄所のコークス炉から発生するコークス炉ガスは、その50%が水素ガスであり、ここから分離する。

■ 水蒸気改質法

天然ガスやナフサなどを水蒸気と反応させ、水素ガスを得る。化石エネルギーから得るのでCO₂対策にならない。

■ 電解法

水を電気分解し、水素と酸素を得る。2次エネルギーから得るので全体の効率が悪い。

32

主な水素貯蔵方法

■ 高圧ボンベ

燃料電池自動車では、70MPa程度の軽量高圧容器に水素ガスを圧縮充填している

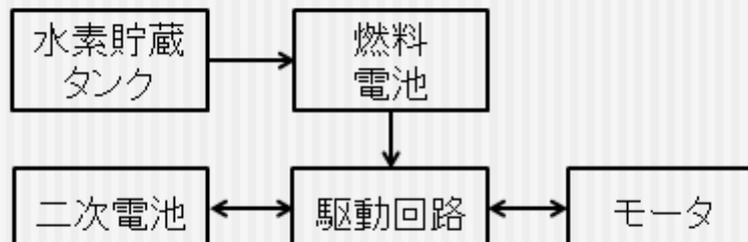
■ 液体水素

水素は、マイナス253℃(20.4K)で液体になり、体積が高圧ボンベの1割程度になるが、容器の断熱性能を高める必要がある。

■ 水素吸蔵合金

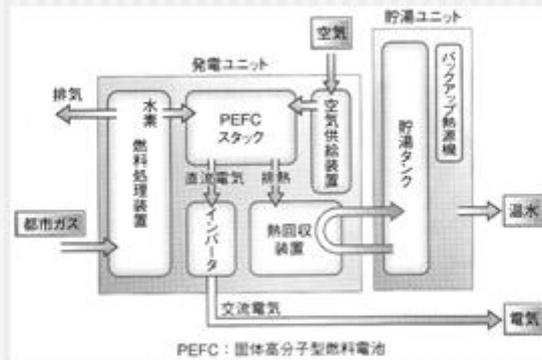
水素を合金と加圧反応させて蓄える。減圧・加熱することで水素を放出させる。液体水素より高密度で安全な貯蔵方式。

燃料電池自動車の構成



燃料電池で発電した電力でモータを駆動する。減速時に回生された電力は二次電池に蓄えられる。シリーズ型のハイブリッドのエンジンを燃料電池に変更したものである。

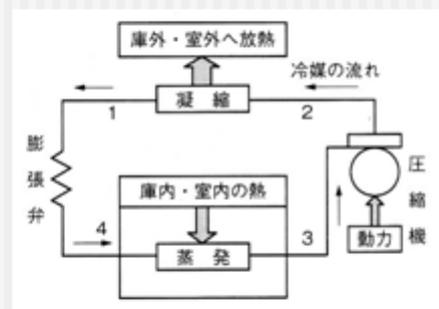
3-2 コージェネレーション



ガスタービンや燃料電池などの発電システムは、高温の排熱を出す。その排熱を単に捨てるのではなく、再利用するシステムがコージェネレーションである。図は家庭用燃料電池が電気だけでなく、温水も供給している。

35

3-3 ヒートポンプ



ヒートポンプは冷凍機と本質的には同じものである。冷却された低温側を利用するのが冷凍機で、放熱する高温側を利用するのがヒートポンプである。エアコンの暖房がヒートポンプである。

36

3-4 新エネルギー自動車 その1

新エネルギー利用等に関する指針でグリーンエネルギー自動車に挙げられているものは、天然ガス自動車、メタノール自動車、電気自動車である。ここでは、さらに低公害車に挙げられているものも説明する。

■ 天然ガス自動車

圧縮天然ガス(CNG)を用いた自動車。20Mpa(200気圧)で貯蔵。ガソリン車またはディーゼル車を改造。

■ LPG自動車

石油ガスを8気圧で圧縮し液化した液化石油ガス(LPG)を用いる。タクシー用で普及している。LPGを気化して用いる方式と、気化させずに液体噴射する方式とがある。燃料供給スタンドは全国で約1,900ヶ所ある。

新エネルギー自動車 その2

■ メタノール自動車

主に天然ガスから作られるメタノールを燃料とする自動車。ガソリンとの混合も可能。

■ バイオ燃料自動車

ブラジルでは、トウモロコシやサトウキビからバイオエタノールを作り、自動車の燃料としている。E10は10%、E85は85%のエタノールを混合したガソリンである。E100は100%エタノールの燃料である。

日本車もブラジル向けにはエタノール対応の車種を出している。国内ではE3の販売が行われている。

バイオディーゼルは、廃食用油や菜種油などから製造されるディーゼルエンジン用燃料である。混合率5%以下のものはそのまま使用可能である。ヨーロッパで多く使われている。

新エネルギー自動車 その3

- ハイブリット自動車
エンジンとモータを組み合わせた動力源を持つ自動車。
- 電気自動車
バッテリーに蓄えた電気でモータを回転させる自動車。
- 燃料電池自動車
主に水素ガスを用いた燃料電池でモータを回す自動車。再生 3-1e参照
- DME自動車
ジメチルエーテル(DME)を燃料としたディーゼルエンジンの自動車

3-5 国の政策 その1

- 新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法(略称:新エネ法)
技術的に実用段階に達しつつあるが、経済性の面での制約から普及が十分でないもので、石油代替エネルギーの導入を図るために必要なもの。
- 自動車税のグリーン化
排出ガス、燃費の性能が良い自動車に対して、自動車税を軽くし、悪い自動車について重くする措置

国の政策 その2

■ 電気事業者による再生可能エネルギー 電気の調達に関する特別措置法

再生可能エネルギー由来の電気を、電気事業者が一定の価格、期間、条件で調達することを義務付ける。2012年7月1日施行。「再生可能エネルギーの全量買取制度(FIT制度)」では、1次エネルギー供給に占める再生可能エネルギーの割合を2020年に10%達成を目指す。

■ 電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法

FIT制度以前の制度。RPS制度と呼ばれる。2012年6月末で廃止。

41

3-6 東日本大震災の復興 その1

■ 大震災以前の意義

地球温暖化対策

エネルギーの安全保障・安定確保

地域社会の活性化・エネルギー確保の分散化

■ 大震災以後の意義

基幹供給エネルギーとしての再生可能エネルギー

原子力による電力供給の大幅低下に対応するCO₂対策

エネルギー高度利用技術の向上

42

東日本大震災の復興 その2

■ 再生可能エネルギー発電設備等導入促進支援復興対策事業費補助金

東日本大震災の被災地における再生可能エネルギー発電設備、及びそれに付帯する蓄電池や送電線などの設備導入の補助

■ 福島沖ウィンドファーム実証研究事業

福島県沖20Km, 水深100mの海上に浮体式洋上風力発電の実証研究事業として、2013年に2000kWの風車を設置

43

東日本大震災の復興 その3

■ 小水力等農村地域資源利活用促進事業(復旧・復興対策)

岩手・宮城・福島における農業水利施設を活用したマイクロ水力発電に対する補助金

■ 福島磐梯で地熱発電計画

磐梯朝日国立公園で国内最大の地熱発電計画の地元説明会が開かれている。

44

3-7 新エネルギー社会への展望

■ ベース電力と再生可能エネルギー

原子力発電所の再稼働問題のため、風力発電や太陽光発電への期待が高まっている。しかし、これらはベース電力になり難い性質の1次エネルギーである。

ベース電力に向く再生可能エネルギーは、海洋温度差発電と地熱発電などがある。前者は温度差が25℃ある海域が望ましく、あまり最適地が多くない。後者は温泉業者の反対運動がある。

■ 分散発電とマイクログリッド

発電量が安定しない風力や太陽光でも、複数の発電機を統合して運用することで、全体としてある程度の安定した発電を実現できる。そのためにも、IT技術を活用した制御が必要となる。それがマイクログリッドである。

45

スマートグリッド

風力発電などを用いて安定した電力供給を行うためには、新しい電力網であるスマートグリッドが必要です

コース概要

1. スマートグリッドの概要
2. 分散電源技術と電力貯蔵システム
3. スマートグリッドの技術



46

1 スマートグリッドの概要

■ スマートグリッドとは

IT技術を送配電に応用した、新しい電力供給システム(系統)のこと。2008年の米国大統領選で、オバマ候補が最優先政策の一つとして取り上げたことから一般に認知された。

■ 系統とは

電力業界では、電力供給システムを「系統」と呼ぶ。発電所からの電力を送配電網を用いて需要家に供給する電力網である。

需要が変動すると瞬時に発電量を調整して、電圧や周波数を一定に保つ安定供給を実現している。



47

1-1 スマートグリッド概説

■ 系統制御

交流発電では、個々の発電機の波の位置(位相)が一致することが必要になる。負荷の変動で位相が大きくずれた発電機は系統から切り離される。これが連鎖すると大停電につながる。(2003年ニューヨーク大停電など)

■ マイクログリッド

負荷の変動で位相が大きくずれると系統に悪影響を与えるので、多数の風力発電から構成される分散発電はそのままでは系統に接続できない。これらの電源を情報通信技術を使って、一括制御管理したマイクログリッドを商用電力系統に一点で接続する。

48

スマートグリッドと発送電分離

■ スマートグリッド

マイクログリッドで用いた情報通信技術を使った一括制御管理システムで商用電力系統を構築しなおしたものがスマートグリッドである。スマートグリッドを用いることで、再生可能エネルギーを安定した電源として利用できる。

■ マイクロEMS(Energy Management System)

マイクログリッドの風力発電や需要家の電力の需給管理システム
家庭用のマイクロEMSをHEMSと呼ぶ。

■ 発送電分離

スマートグリッドによって、風力発電などが火力発電と並ぶ電源となる。そのため、発電と送電を分離することが合理的となる。

49

1-2 電力システム(電力系統)の基礎

電圧が高いほど送電ロスが少ない。超超高压1000kV，超高压275kV，高压6.6kV，低压200～100Vなどがある。

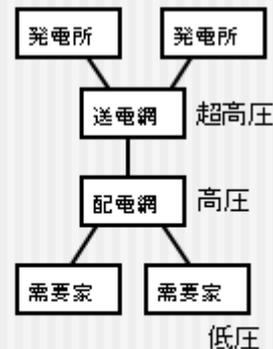
発電所の発電機は、同じ回転速度で回転

送電網は、超高压送電など

配電網は、高压配電線など

需要家には、低压で供給

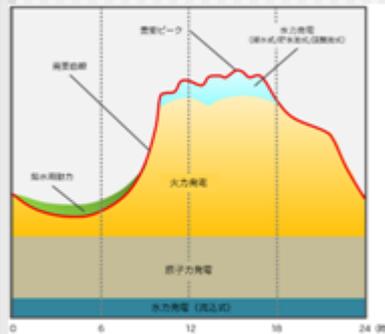
変電所で、超超高压，超高压，高压の変換を行う。低压には柱上変圧器で変換する



50

SG 1-2b

電源のベストミックス



ベース電力は、発電量の調整しにくい電源で、一日を通して、一定量を発電。

ミドル電源は、需要予測にしたがって、計画的に発電量を調整。

ピーク電源は、需要のピークに対応。

<http://smartgrid.hpc.co.jp/doujidouryo.html>

ベース電源 原子力、石炭火力、流れ込み水力

ミドル電源 新鋭火力

ピーク電源 揚水水力、ガスタービン、老朽火力、ダムを持つ水力

51

SG 1-2c

同期発電機と誘導発電機

■ 同期発電機

水力や火力のタービン発電機に用いられる。系統の電圧、周波数維持を分担する。単独運転が可能。回転速度と界磁電流を調整して、電圧、周波数、位相を一致させる。

■ 誘導発電機

風力発電や小規模な水力発電で用いられる。周波数より少し早い回転数で回転させる。回転子を励磁する電力を系統から供給するため、単独運転できない。発電機電圧は系統側の電圧で決まる。系統との接続時に系統に影響を与える。

52

1-3 国際標準化活動 その1

- 国際標準化機関
 - IEC: 国際電気標準会議
 - ISO: 国際標準化機構
 - ITU: 国際電気通信連合
- 外国の標準化機関
 - NIST: 米国国立標準技術研究所
 - CEN: 欧州標準化委員会
 - CENELEC: 欧州電気標準化委員会
 - ETSI: 欧州電気通信規格協会

国際標準化活動 その2

- 日本の標準化機関
 - METI: 経済産業省
 - JSCA: スマートコミュニティ・アライアンス
- その他のフォーラム 標準など
 - HomePlug** パワーライン・アライアンス
 - ZigBee** アライアンス

2 分散型電源と電力貯蔵

■ 分散型電源技術

動力源の種類, 発生電力と電力系統への接続

■ 電力貯蔵

電気貯蔵技術と電気自動車

■ 電気自動車とHEMS

電気自動車を利用したスマートハウス
V2Hの具体例

55

2-1分散型電源技術

■ 動力源の種類

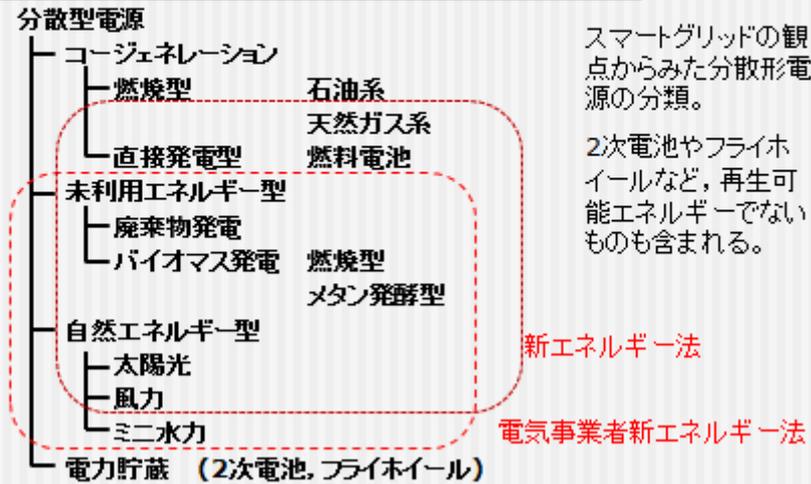
- (1) 化石燃料投入型のコジェネレーション
- (2) バイオマスなどの未利用エネルギー
- (3) 太陽光や風力などの自然エネルギー
- (4) 電力貯蔵

■ 発生電力と電力系統への接続

- (1) 太陽電池などの直流発電
 - (2) 風力発電などの商用周波数の交流発電
 - (3) ガスタービンなどの高周波数の交流発電
 - (4) 一部の風力発電の変動周波数の交流発電
- (2)は電力系統に直接接続可。他はインバータが必要

56

分散形電源の分類



2-2電力貯蔵

■ 電気貯蔵技術

揚水発電
蓄電池(二次電池)
フライホイール

■ 蓄電池技術

NAS電池
リチウムイオン電池
ニッケル水素電池
鉛電池

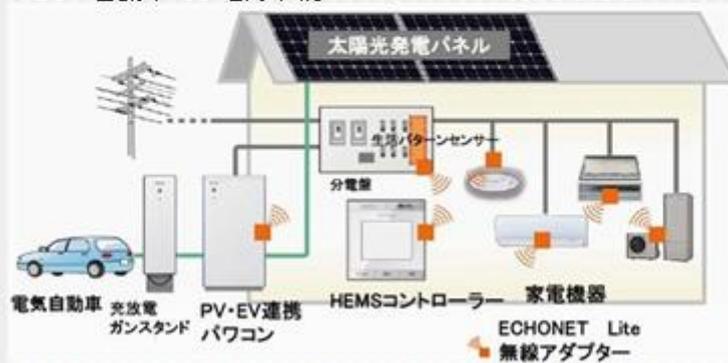
エネルギー密度
110Wh/kg
120Wh/kg
60Wh/kg
35Wh/kg

SG 2-3a

2-3電気自動車とHEMS

G2V: 電力系統 to 自動車
V2H: 自動車 to 家
V2G: 自動車 to 電力系統

G: Grid
V: Vehicle
H: Home



<http://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/1205/16/news093.html>

59

SG 2-3b

V2Hの具体例

■ LEAF to Home

"EVパワーステーション"は、一般住宅の分電盤に直接接続し、コネクタを日産リーフの急速充電ポートへ繋ぐことで、日産リーフに搭載している駆動用の大容量リチウムイオンバッテリーに蓄えた電気を住宅へ供給する



http://www.nissan-global.com/JP/NEWS/2012/_STORY/120530-01-j.html

住宅向け据え付け型リチウムイオン蓄電池の約5倍の容量を持つ。

60

3 スマートグリッドの技術

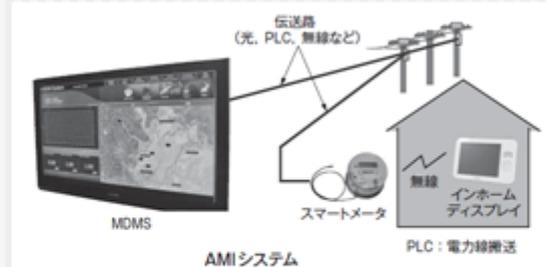
- 需要家と系統の連係
 - 通信機能を持つ電力計と、その通信基盤であるAMI
- WASA
 - 送配電系の監視・制御技術
- マイクロEMS
 - 需要家のエネルギー管理, デマンドレスポンス

3-1 需要家と系統の連係

- スマートメータ
 - 電力計の検針を赤外線通信などで行うAMRや、通信回線に接続して行うAMIなど、通信機能を持つ電力計。
- 通信基盤AMI
 - AMIは、電力消費データ取得に関連する基盤技術である。スマートメータが接続される通信網である。需要家機器と電力系統との連携のための通信基盤である。スマートメータだけでなく、需要家の各種電力機器が接続される。

AMR Automated Meter Reading
AMI Advanced Metering Infrastructure

AMIシステムと通信回線



http://www.toshiba.co.jp/tech/review/2010/09/65_09pdf/a06.pdf

AMIシステムは、需要側に設置されたスマートメータ等を系統側のMDMS(Meter Data Management System)で管理する。需要家には情報表示用のディスプレイが設置される。この部分にHANが用いられる。

需要家の通信回線

■ HAN Home Area Network

ZigBee: 家電向けの短距離無線通信規格。M2M向き
 Wi-Fi: PCで用いている無線LANの規格
 ECHONET Lite: 日本が提案した短距離無線通信規格。

■ M2M Machine to Machine

家電と家電が通信すること。スマートメータとインホームディスプレイの通信はM2Mである。

■ PLC Power Line Communications

電力配線を利用した通信。HD-PLCや、HomePlugなどの規格がある。

電力系統と需要家間の通信回線



家庭内のスマートメータやインホームディスプレイなどは ZigBee など無線接続される。スマートメータからの情報は電信柱上に設置されたCCU(通信制御ユニット)を無線接続される。

CCUに有線接続されたBPL(Broadband over Power line)デバイスにより電力回線を介してデータセンターに接続される。

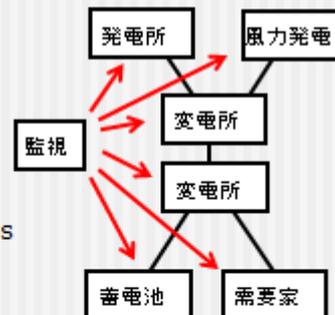
3-2 WASA

■ 送配電系の広域監視・制御技術

分散型電源の管理、デマンドレスポンス、エネルギー管理システムに対して系統運用システムとして情報の授受を行う技術

複数の電気事業者間の電力供給量などの監視制御

WASA: Wide-Area Situational Awareness
広域状況認識
WAMS: Wide-area monitoring system
広域計測システム
PMU: Phasor Measurement Unit
位相計測装置



3-3 マイクロEMS

スマートグリッドの給電管理システム。つまり、需要家用電力供給システムである。その主な機能を次に示す。

- ① 上位系との全体最適制御
- ② 地域内の電力バランス制御
- ③ デマンドレスポンスのサポート機能
- ④ 蓄電池や分散電源のリアルタイム制御
- ⑤ 配電監視制御機能

家庭向け：HEMS(ヘムス)
企業向け：BEMS(ベムス)
工場向け：FEMS(フェムス)
地域全体：CEMS(セムス)

需要側技術

- デマンドレスポンス
需要家に電力の使用を抑制させるために、電気料金のリアルタイムな設定変更などを行うこと。
- AMIとスマートメータ
双方向通信機能を持つ電力メータをスマートメータと呼ぶ。AMIはそのための基盤技術のことである。
- 需要側蓄電池
需要側に蓄電池を設置することで、CO₂削減を低コストで実現できるとの予想がある。EVでも代用できる。

スマートシティー

■ スマートシティとは

需要側で、再生可能エネルギーを最大限に活用し、電力を蓄えたり融通してむだなく使うように系統制御された市街

■ 横浜スマートシティプロジェクト (YSCP)

横浜市、東芝、日産自動車、パナソニック、明電舎、アクセントが実施主体となり、HEMS、BEMS、CEMSを組み合わせ、全体のCO2排出量を25%削減を目標にする。

太陽光発電やEVの普及、住宅内情報の計測・配信などを行う。

<http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004633/masterplan001.pdf>

69

本日はここまで



図の出典

図解 新エネルギーのすべて
スマートグリッド教科書

丸善出版
インプレスジャパン

70

教材 C スマートグリッドキットのソースコード

① 簡易モニター プログラムリスト

```
program serial_monitor_1st
"2012.12.28 1st version
" by wiseman Co.,Inc. kenichi.harada
" CPU: PIC16F648A
" LCD
" USART with RxIRQ.
" LED
" SW
" CopyRight kenichi-harada
```

```
' Declarations section
```

```
' Define Constants
```

```
' LED Port connection
```

```
dim
```

```
    LED1 as sbit at RA6_bit
```

```
    LED2 as sbit at RA7_bit
```

```
    LED_R as sbit at RA6_bit
```

```
    LED_G as sbit at RA7_bit
```

```
dim
```

```
    LED1_Direction as sbit at TRISA6_bit
```

```
    LED2_Direction as sbit at TRISA7_bit
```

```
' End LED Port connection
```

```
' SW Port connection
```

```
dim
```

```
    SW1 as sbit at RB0_bit
```

```
SW2 as sbit at RB3_bit
```

```
dim
```

```
SW1_Direction as sbit at TRISB0_bit
```

```
SW2_Direction as sbit at TRISB3_bit
```

```
' End SW Port connection
```

```
' Lcd module connections
```

```
dim
```

```
LCD_RS as sbit at RA1_bit
```

```
LCD_EN as sbit at RA0_bit
```

```
LCD_D7 as sbit at RB7_bit
```

```
LCD_D6 as sbit at RB6_bit
```

```
LCD_D5 as sbit at RB5_bit
```

```
LCD_D4 as sbit at RB4_bit
```

```
dim
```

```
LCD_RS_Direction as sbit at TRISA1_bit
```

```
LCD_EN_Direction as sbit at TRISA0_bit
```

```
LCD_D7_Direction as sbit at TRISB7_bit
```

```
LCD_D6_Direction as sbit at TRISB6_bit
```

```
LCD_D5_Direction as sbit at TRISB5_bit
```

```
LCD_D4_Direction as sbit at TRISB4_bit
```

```
' End Lcd module connections
```

```
dim msg as char[8]
```

```
    i   as byte           ' Loop variable
```

```
    cbuff as char[9]
```

```
    sbuff as char[9]
```

```
dim mode as byte
```

```
    rxbuf as char[10]
```

```
    rxdata as char[10]
```

```
    rxreq as byte
```

```
    rxindex as integer
```

```
dim eep_temp as byte
    h_volt as word
    l_volt as word
    f_volt as byte
    f_volt_l as byte

    eep_check as word
```

```
" Selfcheck LED
```

```
sub Procedure LED_Blink()
```

```
    LED_R = 1
    Delay_ms(500)
    LED_G = 1
    Delay_ms(500)
    LED_R = 0
    Delay_ms(500)
    LED_G = 0
    Delay_ms(500)
```

```
end sub
```

```
" Blinking Green LED
```

```
sub procedure Blink_LED_G()
```

```
    LED_G = 1
    Delay_ms(30)
    LED_G = 0
    Delay_ms(30)
```

```
end sub
```

```
" Blinking Red LED
```

```
sub procedure Blink_LED_R()
```

```
    LED_R = 1
    Delay_ms(30)
    LED_R = 0
    Delay_ms(30)
```

```

end sub

" Wait for SW1 Off
sub procedure SW1_OFF()
    while SW1=0
        asm
            nop
        end asm
    wend
end sub

" Wait for SW2 Off
sub procedure SW2_OFF()
    while SW2=0
        asm
            nop
        end asm
    wend
end sub

"
sub Procedure SW1_Proc()
    if SW1 = 0 then
        Delay_ms(5)           " Chattering protection.
        if SW1 = 0 then
            rxindex = 0
            Blink_LED_G()
            SW1_OFF
            select case mode
                case "N"
                    LED_R = 1
                    Lcd_Out(1,1,"@STATUS ")      ' Write text in first row
                    Lcd_Out(2,1," REQUEST")      ' Write text in second row
                    UART1_Write_Text("S")        ' Send Command for Status request
                    LED_R = 0

```

```

    Blink_LED_G0

case "P"
    LED_R = 1
    Lcd_Out(1,1,"@DUTY  ")      ' Write text in first row
    Lcd_Out(2,1,"  CHANGE")    ' Write text in second row
    UART1_Write_Text("D")      ' Send Command for Duty change
    LED_R = 0
    Blink_LED_G0

case "D"

end select
else
end if
end if
end sub

```

```

sub procedure SW2_Proc0
if SW2 = 0 then
    Delay_ms(5)                " Chattering protection.
if SW2 = 0 then
    rxindex = 0
    Blink_LED_G0
    SW2_OFF

    LED_R = 1
    Lcd_Out(1,1,"@MODE  ")      ' Write text in first row
    Lcd_Out(2,1,"  SET")        ' Write text in second row
    UART1_Write_Text("M")      ' Send Command for Status request
    LED_R = 0
    Blink_LED_G0

end if
end if

```

```
end sub
```

```
sub procedure RxData_Proc()
```

```
  if rxreq = "*" then
```

```
    rxreq=" "
```

```
    select case rxdata[0]
```

```
      case "U","u"
```

```
        for i = 0 to 7
```

```
          msg[i] = rxdata[i+2]
```

```
        next i
```

```
        Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR)          ' Clear display
```

```
        Lcd_Out(1,1,msg)             ' Write text in first row
```

```
      case "L","l"
```

```
        for i = 0 to 7
```

```
          msg[i] = rxdata[i+2]
```

```
        next i
```

```
        Lcd_Out(2,1,msg)             ' Write text in second row
```

```
      if strncmp(msg," CHARGE",8)=0 then
```

```
        mode = "C"
```

```
      end if
```

```
      if strncmp(msg," DRIVE",8)=0 then
```

```
        mode = "D"
```

```
      end if
```

```
      if strncmp(msg," PWM",8)=0 then
```

```
        mode = "P"
```

```
      end if
```

```
      if strncmp(msg," NORMAL",8)=0 then
```

```
        mode = "N"
```

```

end if

" Threshold High
if strcmp(msg,"H",1)=0 then
    EEPROM_Write($02, msg[4])      ' High Voltage
    Delay_ms(100)
    EEPROM_Write($03, msg[5])      '
    Delay_ms(100)
    EEPROM_Write($04, msg[6])      '
    Delay_ms(100)
    EEPROM_Write($05, msg[7])      '
    Delay_ms(100)

    if f_volt="I" then
        f_volt="L"
    end if

end if

" Threshold Low
if strcmp(msg,"L",1)=0 then
    EEPROM_Write($06, msg[4])      ' Low Voltage
    Delay_ms(100)
    EEPROM_Write($07, msg[5])      '
    Delay_ms(100)
    EEPROM_Write($07, msg[6])      '
    Delay_ms(100)
    EEPROM_Write($08, msg[7])      '
    Delay_ms(100)
end if

end select
end if
end sub

'   USART Rx Interrupt

```

```

sub procedure interrupt
  ' Check for Rx IRQ.
  if PIR1.5 = 1 then
    rxbuf[rxindex]=RCREG          ' Reciev 1 character.
    rxindex = rxindex + 1
    if rxindex = 10 then          ' Rx data length = 10 characters.
      rxindex=0                  ' Reset buffer index
      rxreq = "*"                ' Set Rxdata opereation flug
      rxdata = rxbuf             ' Copy Rx data
      rxbuf = "                  " ' Reset Rx data buffer
    end if
  end if
end sub

```

" EEPROM Initialization

```

sub procedure EEP_Init()
  EEPROM_Write($00, $AB)        ' Check Digit.
  Delay_ms(100)
  EEPROM_Write($01, $CD)        ' Check Digit.
  Delay_ms(100)

  EEPROM_Write($02, "0")        ' High Voltage 0615 (12V)
  Delay_ms(100)
  EEPROM_Write($03, "6")        '
  Delay_ms(100)
  EEPROM_Write($04, "1")        '
  Delay_ms(100)
  EEPROM_Write($05, "5")        '
  Delay_ms(100)

  EEPROM_Write($06, "0")        ' Low Voltage 0563 (11V)
  Delay_ms(100)
  EEPROM_Write($07, "5")        '
  Delay_ms(100)
  EEPROM_Write($08, "6")        '

```

```

    Delay_ms(100)
    EEPROM_Write($09, "3")      '
    Delay_ms(100)

end sub

sub procedure send_high_threshold()
    '-----
    " High threshold
    cbuff="High  "
    cbuff[4]=EEPROM_Read($02)
    Delay_ms(100)
    cbuff[5]=EEPROM_Read($03)
    Delay_ms(100)
    cbuff[6]=EEPROM_Read($04)
    Delay_ms(100)
    cbuff[7]=EEPROM_Read($05)
    Delay_ms(100)

    Lcd_Out(1,1,"@THRESH ")    ' Write text in first row
    Lcd_Out(2,1,cbuff)        ' Write text in second row

    sbuff="H  "
    sbuff[1]=cbuff[4]
    sbuff[2]=cbuff[5]
    sbuff[3]=cbuff[6]
    sbuff[4]=cbuff[7]
    UART1_Write_Text(sbuff)

end sub

sub procedure send_low_threshold()

    if f_volt="L" then
        f_volt=""

```

```

'-----
" Low threshold
cbuff="Low      "
cbuff[4]=EEPROM_Read($06)
Delay_ms(100)
cbuff[5]=EEPROM_Read($07)
Delay_ms(100)
cbuff[6]=EEPROM_Read($08)
Delay_ms(100)
cbuff[7]=EEPROM_Read($09)
Delay_ms(100)

Lcd_Out(1,1,"@THRESH ")      ' Write text in first row
Lcd_Out(2,1,cbuff)           ' Write text in second row

sbuff="L      "
sbuff[1]=cbuff[4]
sbuff[2]=cbuff[5]
sbuff[3]=cbuff[6]
sbuff[4]=cbuff[7]
UART1_Write_Text(sbuff)
end if

end sub

main:

' Main program
mode = "N"
rxdata = "      "
rxbuf = "      "
rxreq = " "
rxindex = 0

" Clear Port A and B

```

```

porta=0
portb=0

' PortDirections
  CMCON = %00000111
  TRISA = %00111100
  TRISB = %00001111
  SPBRG = 25          ' USART BAUD RATE Setting. 9600 baud
  RCSTA = %10010000  ' USART Rx Status and Control
  TXSTA = %00100110  ' USART Tx Status and Control
  OPTION_REG.7 = 0    ' Pull up Port B for SW

" Interrupt Enable
  PIE1 = %00100000
  INTCON = %11000000

  UART1_Init(9600)    ' USART Initialize with 9600 baud

' Indicates LED Blinking
'-----
  LED_Blink()
  LED_Blink()
  LED_Blink()
'-----

" LCD Initialize
'-----
  Lcd_Init()          ' Initialize Lcd
  Lcd_Cmd(_LCD_CLEAR)  ' Clear display
  Lcd_Cmd(_LCD_CURSOR_OFF) ' Cursor off

" Display Startting Message
  Lcd_Out(1,1,"@MONITOR")  ' Write text in first row
  Lcd_Out(2,1,"  START")   ' Write text in second row

```

```

" Send Power On Command.
UART1_Write_Text("P")

" Wait for 2sec.
Delay_ms(2000)

" Mode Set Request
'Lcd_Out(1,1,"@MODE  ")      ' Write text in first row
'Lcd_Out(2,1,"   SET")      ' Write text in second row

" Send Mode Set Command.
'UART1_Write_Text("M")

" EEPROM Check
Lcd_Out(1,1,"@EEPROM ")      ' Write text in first row
Lcd_Out(2,1,"   CHECK")      ' Write text in second row

eep_temp = EEPROM_Read($00)
Delay_ms(100)
eep_check = (eep_temp << 8) or EEPROM_Read($01)
Delay_ms(100)
if eep_check=$ABCD then
  'Lcd_Out(1,1,"@EEPROM ")      ' Write text in first row
  'Lcd_Out(2,1,"   OK")      ' Write text in second row
  Lcd_Out(1,1,"@MONITOR")      ' Write text in first row
  Lcd_Out(2,1,"   START")      ' Write text in second row
else
  Lcd_Out(1,1,"@EEPROM ")      ' Write text in first row
  Lcd_Out(2,1,"   Init.")      ' Write text in second row
  EEP_Init()                    ' EEPROM Initialize
  Lcd_Out(1,1,"@MONITOR")      ' Write text in first row
  Lcd_Out(2,1,"   START")      ' Write text in second row
end if

Delay_ms(1000)

```

```

Lcd_Out(1,1,"@MONITOR")      ' Write text in first row
Lcd_Out(2,1,"  START")      ' Write text in second row
Delay_ms(1000)

" Battery threshold: High
f_volt="I"
send_high_threshold()
Delay_ms(1000)

" Main Loop
while TRUE                    ' Endless loop
  " sw1
  SW1_Proc()

  " sw2
  SW2_Proc()

  " Rx Data
  RxData_Proc()

  " Battery threshold: Low
  send_low_threshold()

wend

end.

```

②Main ボード プログラムリスト

```
/*
Copyright (c) 2012-2013, Kenichi Harada wiseman All rights reserved.
*/

/*
 * main.c
 */

#include <stdlib.h>
#include <stdint.h>

#include "GenericTypeDefs.h"
#include "HardwareProfile.h"
#include "USB/usb.h"
#include "usb_bt_driver.h"

#include <btstack/run_loop.h>
#include <btstack/sdp_util.h>
#include "btstack/src/hci.h"
#include "btstack/src/l2cap.h"
#include "btstack/src/btstack_memory.h"
#include "btstack/src/rfcomm.h"
#include "btstack/src/sdp.h"
#include "btstack/include/config.h"

#include "bt_spp.h"

#include<ports.h> // C:\Program Files\Microchip\MPLAB C30\support\peripheral_24F\ports.h

#include<timer.h>

/* Configuration Bits */

#ifdef __PIC24FJ256GB106__
```

```

    _CONFIG1( JTAGEN_OFF & GCP_OFF & GWRP_OFF & COE_OFF & FWDTEN_OFF &
ICS_PGx1)
    _CONFIG2( PLL_96MHZ_ON & IESO_OFF & FCKSM_CSDCMD & OSCIOFNC_OFF &
POSCMOD_HS & FNOSC_PRIPLL & PLLDIV_DIV4 & IOL1WAY_ON)
#ifdef __PIC24FJ64GB002__
    _CONFIG1(WDTPS_PS1 & FWPSA_PR32 & WINDIS_OFF & FWDTEN_OFF & ICS_PGx1
& GWRP_OFF & GCP_OFF & JTAGEN_OFF)
    _CONFIG2(POSCMOD_NONE & I2C1SEL_PRI & IOL1WAY_OFF & OSCIOFNC_ON &
FCKSM_CSDCMD & FNOSC_FRCPLL & PLL96MHZ_ON & PLLDIV_DIV2 & IESO_OFF)
    _CONFIG3(WPFP_WPFP0 & SOSSEL_IO & WUTSEL_LEG & WPDIS_WPDIS &
WPCFG_WPCFGDIS & WPEND_WPENDMEM)
    _CONFIG4(DSWDTPS_DSWDTPS3 & DSWDTOSC_LPRC & RTCOSC_SOSC &
DSBOREN_OFF & DSWDTEN_OFF)
#endif

// Global Variables

BYTE deviceAddress = 0;

static uint8_t  rfcmm_channel_nr = 1;
static uint8_t  spp_service_buffer[120];

// -----
#define true      1
#define false    0

//typedef unsigned char BOOL;
//typedef unsigned int WORD;

WORD BHighVolt;
WORD BLowVolt;
WORD BVolt;

```

```

BOOL BreakNow = false;
BOOL ChargeNow = false;
BOOL Test1 = false;
BOOL Test2 = false;

BOOL TestTime;
BOOL SaveChargeSw;

char mode = 'N';
float A_amp = 0.0;
float B_volt = 0.0;
float AD_val = 0.0;
char rx = ' ';
int ix = 0;
char Vol[6] = "01234";

double Volt0,Volt1;           // A/D 変換用データバッファ

int tm_5ms = 0;                // 5ms timer
int tm_50ms = 0;              // 50ms timer
int tm_500ms = 0;            // 500ms timer
int tm_500msbase = 2;       // 500ms base
int tm_1sec = 0;             // 1sec timer
int tm_10sec = 10;          // 10sec timer
int tm_BT = 10;              // 10sec timer
int tm_AC = 20;              // 10sec timer
int tm_charge;               // Charge mode timer
int tm_drive;                // Drive mode timer
int tm_queu_drive;
int tm_mode;
int tm_status;
int tm_duty;
int tm_volt_h;
int tm_volt_l;

```

```

int status = 0;                // 簡易モニター用ステータスインデックス
int duty = 0;
char duty_f = 'U';
char buf[11] = "0123456789";

char control_on = 'N';

// USB Event
BOOL USB_ApplicationEventHandler ( BYTE address, USB_EVENT event, void *data, DWORD
size )
{
    // Handle specific events.
    switch ( (INT)event )
    {
        case EVENT_VBUS_REQUEST_POWER:
            // We'll let anything attach.
            return TRUE;

        case EVENT_VBUS_RELEASE_POWER:
            // We aren't keeping track of power.
            return TRUE;

        case EVENT_HUB_ATTACH:
            return TRUE;
            break;

        case EVENT_UNSUPPORTED_DEVICE:
            return TRUE;
            break;

        case EVENT_CANNOT_ENUMERATE:
            return TRUE;
            break;
    }
}

```

```

    case EVENT_CLIENT_INIT_ERROR:
        return TRUE;
        break;

    case EVENT_OUT_OF_MEMORY:
        return TRUE;
        break;

    case EVENT_UNSPECIFIED_ERROR: // This should never be generated.
        return TRUE;
        break;

    case EVENT_SUSPEND:
    case EVENT_DETACH:
    case EVENT_RESUME:
    case EVENT_BUS_ERROR:
        return TRUE;
        break;

    default:
        break;
}

return FALSE;

} // USB_ApplicationEventHandler

// USBTask
static int usbhost_process(struct data_source *ds)
{
    // Maintain USB Host State
    USBHostTasks();

    USBHostUSBBTTask();
    return 0;
}

```

```

// SW[1]Task
static int sw1_process(struct data_source *ds)
{
    static short swcount;
    static short lastsw;
    if(swcount == 0)
    {
        short sw = mPORTBReadBit(0x4000);
        if(sw != lastsw)
        {
            if(sw == 0x4000)
            {
                bt_spp_send("S0",2);
            }else{
                bt_spp_send("S1",2);

                control_on = 'N'; // 通常制御

                mPORTAClearBits(0x0008); // 停電回復・放電停止
                BreakNow = false;
                mPORTAClearBits(0x0004); // 充電 OFF
                ChargeNow=false;
                printf("U *CONTROL");
                printf("L OFF");
            }
            swcount = 1500;
            lastsw = sw;
        }
    }
    if(swcount != 0)
    {
        swcount--;
    }
    return 0;
}

```

停止

```

// SW[2]Task 強制停電テスト
static int sw2_process(struct data_source *ds)
{
    static short swcount;
    static short lastsw;
    if(swcount == 0)
    {
        short sw = mPORTBReadBit(0x0200);
        if(sw != lastsw)
        {
            if(sw == 0x0200)
            {
                //mPORTAClearBits(0x0008);           //<---このマクロも <
ports.h> にあります。

                //bt_spp_send("M0",2);

            }else{
                short jp1 = mPORTAReadBit(0x0002); //JP1 接続か? : low
                short jp2 = mPORTBReadBit(0x0020); //JP2 接続か? : low

                if(mode=='N' && jp1==0x0002 && jp2==0x0020) //jp1   jp2

open
                {
                    mPORTASetBits(0x0008);
                    //<---このマクロも <ports.h> にあります。
                    bt_spp_send("MD",2);
                    tm_drive = 5*2+1; //

5Sec

                    mode = 'D';

                    printf("U *MODE  ");
                    printf("L   DRIVE");
                }else if(jp1==0x0000 && jp2==0x0020){

```

```

//jp1 ショート:バッテリー電圧上限を EEPROM 書き込み
        printf("U *Battery");
        printf("L High%04u",BVolt);
    }else if(jp1==0x0002 && jp2==0x0000){
//jp2 ショート:バッテリー電圧下限を EEPROM 書き込み
        printf("U *Battery");
        printf("L Low %04u",BVolt);
    }
}
    swcount = 500;
    lastsw = sw;
}
}
if(swcount != 0)
{
    swcount--;
}
return 0;
}

```

// SW[3]Task 強制充電テスト

```

static int sw3_process(struct data_source *ds)
{

```

```

    static short swcount;

```

```

    static short lastsw;

```

```

    if(swcount == 0)

```

```

    {

```

```

        short sw = mPORTBReadBit(0x0100);

```

```

        if(sw != lastsw)

```

```

        {

```

```

            if(sw == 0x0100)

```

```

            {

```

```

                //mPORTAClearBits(0x0004);

```

```

                //<---このマクロも <

```

ports.h> にあります。

```

        }else{
            if(mode=='N')
            {
                mPORTASetBits(0x0004);
                //<---このマクロも <p o r t s . h> にあります。
                bt_spp_send("MC",2);
                tm_charge = 5*2+1; //
5Sec
                mode = 'C';

                printf("U *MODE  ");
                printf("L  CHARGE");
            }
        }
        swcount = 500;
        lastsw = sw;
    }
}
if(swcount != 0)
{
    swcount--;
}
return 0;
}

// HB LED task ---> 忙しいとき、LEDが点いている時間が長くなる
static int led_process(struct data_source *ds)
{
    mPORTAClearBits(0x0010); //<---HB LED OFF
    return 0;
}

```

```

// USART Rx task ---> シリアルポート1から1文字のデータを受信する
static int rx_process(struct data_source *ds)
{
    if(U1STAbits.URXDA == 1)
    {
        // 受信エラーチェック
        if(U1STAbits.OERR || U1STAbits.FERR){
            // エラーのときは、エラーフラグをキャンセルして、
            // U A R Tを一度停止して、再度有効にします。
            U1STA &= 0xFFFF0;          // Error cancel
            U1MODEbits.UARTEN = 0;    // Stop UART1
            U1MODEbits.UARTEN = 1;    // Restart UART1
        }else{
            rx = getchar();            // Recive 1 chara.

            switch(rx)
            {
                case 'S': // Status Request
                    tm_status = 2;
                    control_on = 'G';    // 最初の STATUS 要
                    break;

                case 'M': // Mode Change Request
                    tm_mode = 2;
                    break;

                case 'D': // Duty Change Request
                    tm_duty = 2;
                    break;

                case 'H': // High Threshold
                    Vol[0]='H';
                    ix=1;
                    break;
            }
        }
    }
}

```

// 求で、システム制御開始 GO とします。

```

        case 'L': // Low Threshold
            Vol[0]='L';
            ix=1;
            break;

        default:
            Vol[ix]=rx;
            if(ix>=4){
                ix=0;
                if(Vol[0]=='H'){
                    tm_volt_h=2;
                    mPORTBSetBits(0x8000); //
                }
                else{
                    tm_volt_l=2;
                    mPORTBClearBits(0x8000); //
                }
            }
            else{
                ix++;
            }
    }

    } // end switch
}
}
return 0;
}

```

// メインコントロール タスク---->充電・放電制御をおこないます。

```
static int main_control_process(struct data_source *ds)
```

```
{
```

```
    // main control flug が GO がかつ、mode が Normal のときだけ制御する
```

```
    if(control_on == 'G' && mode == 'N'){
```

```

short ibreak = mPORTBReadBit(0x0080);
if(ibreak == 0x0080) // RB7 が 1 のとき停電検出 通常は 0
{
    mPORTASetBits(0x0008); // 放電開始
    if(BreakNow==false){
        // 停電中！
        BreakNow = true;
        bt_spp_send("BD",2); // 停電検出メッセー

        printf("U *BREAK ");
        printf("L DETECT");
    }
}
else{
    mPORTAClearBits(0x0008); // 停電回復・放電停止
    if(BreakNow==true)
    {
        BreakNow = false;
        bt_spp_send("BR",2); // 停電回復メッセー

        printf("U *BREAK ");
        printf("L RECOVERE");
    }
}

// バッテリ電圧を上限値・下限値と比較して、充電制御をおこないます。
if(BVolt < BLowVolt){
    // VL よりバッテリ電圧が低いとき
    mPORTASetBits(0x0004); // 充電 ON
    if(ChargeNow==false){
        // 充電中になったときだけ、メッセージを送ります
        ChargeNow=true;
        bt_spp_send("CD",2); // 充電開始メッセー

        printf("U *CHARGE ");
        printf("L ON");
    }
}

```

ジ ---> Android
 ジ ---> Android
 ジ ---> Android

```

    }else if(BVolt > BHighVolt){
        // VH よりバッテリー電圧が高いとき
        mPORTAClearBits(0x0004);          // 充電 OFF
        if(ChargeNow==true){
            // 充電完了になったときだけ、メッセージを送ります
            ChargeNow=false;
            bt_spp_send("CR",2);          // 充電終了メッセー
            ジ ---> Android

            printf("U *CHARGE ");
            printf("L      OFF");
        }
    }

}

return 0;
}

// main
int main ( void )
{
    // Initialize the processor and peripherals.

    // Init Clock
    // CPU 32MHz
    // Peripheral 8MHz
    CLKDIV = 0x0000;          // クロック 1:1 分周

    unsigned int pll_startup_counter = 600;
    CLKDIVbits.PPLEN = 1;
    while(pll_startup_counter--);
}

```

/// ポート割り当て

```
AD1PCFG = 0xFFCF;           // ポート A4-5 をアナログに設定
// Analog IN Disable       // 元の Bluetooth プログラムでは Disable だった。
//AD1PCFG = 0xffff;

TRISA = 0xFFE3;             // RA2-4 を出力に指定。LED 用
TRISB = 0x7FEF;           // RB15,4 を出力に指定。

// RB15:LED
// RB4:Tx として使う。
```

<---RP4 で使用するので、この指定は要らないかも知れない。

```
//mPORTAOutputConfig(0xFFE3); //<---このマクロも <ports.h> にあります。
//mPORTBOutputConfig(0x7FEF); //<---このマクロも <ports.h> にあります。
```

```
// プルアップは、<ports.h> にマクロがあり、ピンごとにプルアップ、プルダウンの指定が可能。
// 詳細は、main.c の先頭部分で #include している部分に、ports.h の在処があるので
// そちらを参照してください。
```

// SW 用 PIN プルアップ

```
EnablePullUpCN12;         // SW プルアップ
EnablePullUpCN21;
EnablePullUpCN22;
EnablePullUpCN23;        // 停電検出プルアップ
```

// JP 用 PIN プルアップ

```
EnablePullUpCN3;
EnablePullUpCN27;
```

/// シリアルポートの指定

```
// U1RX を RP13 (pin 23) に指定
RPINR18bits.U1RXR = 13;
```

```

// U1TX を RP4 (pin 11) に指定
RPOR2bits.RP4R = 3;

// Init UART
U1BRG = 103;           // 9600bps @ 8MHz
U1MODE = 0b1000100000000000; // USART1 初期設定
U1STA = 0b0000010000000000;

// Timer 2
T2CON = 0b1000000000110000;
PR2 = 32149;          // 500ms
IPC1bits.T2IP = 5;    // IQR Level 5.
IEC0bits.T2IE = 1;   // 割り込み許可

// Timer 3
T3CON = 0b1000000000110000;
PR3 = 3125;           // 50ms
//IPC2bits.T3IP = 6;    // IQR Level 6.
//IEC0bits.T3IE = 1;   // 割り込み許可

// Timer 4
T4CON = 0b1000000000110000;
PR4 = 312;            // 5ms
IPC6bits.T4IP = 6;    // IQR Level 6.
IEC1bits.T4IE = 1;   // 割り込み許可

// ADC
AD1CON1 = 0x8044;     // AD オン、整数、タイマー 3 トリガー、自動サンプリング

```

リング

```
//AD1CON2 = 0x2414;           // 外部 Vref+, AVss, 自動スキャン、
AD1CON2 = 0x0414;           // AVdd, AVss, 自動スキャン、
AD1CON3 = 0x1F05;           // 31Tad, ad ,5*Tcy
AD1CHS = 0x0000;           // 自動スキャン
AD1PCFG = 0xFFCF;           // RA4,5 Analog
AD1CSSL = 0x0030;           // AN4,5 自動スキャン
IEC0bits.AD1IE = 1;         // AD 割り込み許可
```

```
BHighVolt=615;             // デフォルト上限値 12V
BLowVolt=563;              // 下限値 11V
```

```
//for test Brink LED
```

```
//for test Brink LED
```

```
//for test Brink LED
```

```
mPORTBSetBits(0x8000);     //<---このマクロも <p o r t s . h> にあ
```

ります。

```
DelayMs(250);
```

```
mPORTBClearBits(0x8000);   //<---このマクロも <p o r t s . h> にあります。
```

```
DelayMs(250);
```

```
mPORTBSetBits(0x8000);
```

```
DelayMs(250);
```

```
mPORTBClearBits(0x8000);
```

```
DelayMs(250);
```

```
mPORTBSetBits(0x8000);
```

```
DelayMs(250);
```

```
mPORTBClearBits(0x8000);
```

```
DelayMs(250);
```

```
mPORTBSetBits(0x8000);
```

```
DelayMs(250);
```

```
mPORTBClearBits(0x8000);
```

```
DelayMs(250);
```

```
mPORTBSetBits(0x8000);
```

```
DelayMs(250);
mPORTBClearBits(0x8000);
DelayMs(250);
mPORTBSetBits(0x8000);
DelayMs(250);
mPORTBClearBits(0x8000);
//for test Brink LED
//for test Brink LED
//for test Brink LED
```

```
printf( "U MAIN CPU" );
printf( "L >> START" );
```

```
mPORTASetBits(0x001C);
DelayMs(250);
mPORTAClearBits(0x001C);
DelayMs(250);
mPORTASetBits(0x001C);
DelayMs(250);
mPORTAClearBits(0x001C);
DelayMs(250);
```

```

/*
    while(1)
    {
        if( mPORTBReadBit(0x4000) == 0x0000 )
        {
            mPORTASetBits(0x001C);
printf( "U 12345678" );
            while(mPORTBReadBit(0x4000) == 0x0000);
        }else{
            mPORTAClearBits(0x001C);
        }
    }
*/

// Init USB
if ( USBHostInit(0) != TRUE )
{
    mPORTASetBits(0x0010);
    DelayMs(250);
    mPORTAClearBits(0x0010);
    DelayMs(250);
    mPORTASetBits(0x0010);
    DelayMs(250);
    mPORTAClearBits(0x0010);
    DelayMs(250);
    mPORTASetBits(0x0010);
    DelayMs(250);
    mPORTAClearBits(0x0010);
    DelayMs(250);

    printf( "U USB HOST" );
    printf( "L   ERROR" );
    //while (1);
}

```

```

    /// GET STARTED with BTstack ///
    btstack_memory_init();
run_loop_init(RUN_LOOP_EMBEDDED);

// init HCI
    hci_transport_t * transport = hci_transport_usb_instance();
    bt_control_t * control = NULL;
    hci_uart_config_t * config = NULL;
    remote_device_db_t * remote_db = NULL; //(remote_device_db_t *) &remote_device_db_memory;
    hci_init(transport, config, control, remote_db);

    // ここは、Bluetooth を PIC SPP で使うときの、データパケットの扱いを初期化しています。
// init L2CAP
    l2cap_init();
    l2cap_register_packet_handler(bt_packet_handler);

// init RFCOMM
    rfcomm_init();
    rfcomm_register_packet_handler(bt_packet_handler);
    rfcomm_register_service_internal(NULL, rfcomm_channel_nr, 100); // reserved channel,
mtu=100

// init SDP, create record for SPP and register with SDP
    sdp_init();
    memset(spp_service_buffer, 0, sizeof(spp_service_buffer));
    service_record_item_t * service_record_item = (service_record_item_t *) spp_service_buffer;
    sdp_create_spp_service( (uint8_t*) &service_record_item->service_record, 1, "SPP");
//    printf("SDP service buffer size: %u¥n¥r", (uint16_t) (sizeof(service_record_item_t) +
de_get_len((uint8_t*) &service_record_item->service_record));
    sdp_register_service_internal(NULL, service_record_item);

    // usbhost Bluetooth 受信タスクを登録
    data_source_t usbhost;
    usbhost.process = &usbhost_process;
    run_loop_add_data_source(&usbhost);

```

```
// Bluetooth 通信テストタスク (SW1 でタブレット側 LED 表示制御) を登録 (送信)
```

```
data_source_t sw1task;  
sw1task.process = &sw1_process;  
run_loop_add_data_source(&sw1task);
```

```
// 強制駆動テストタスクを登録
```

```
data_source_t sw2task;  
sw2task.process = &sw2_process;  
run_loop_add_data_source(&sw2task);
```

```
// 強制充電テストタスクを登録
```

```
data_source_t sw3task;  
sw3task.process = &sw3_process;  
run_loop_add_data_source(&sw3task);
```

```
// ハートビート LED タスクを登録
```

```
data_source_t ledtask;  
ledtask.process = &led_process;  
run_loop_add_data_source(&ledtask);
```

```
// シリアル受信タスクを登録
```

```
data_source_t rxtask;  
rxtask.process = &rx_process;  
run_loop_add_data_source(&rxtask);
```

```
// メイン制御タスクを登録
```

```
data_source_t controltask;  
controltask.process = &main_control_process;  
run_loop_add_data_source(&controltask);
```

```

// go!
run_loop_execute();

return 0;
} // ----- main

/*
AD 割り込み処理 2ch 3回 変換後平均を計算
*/
void __attribute__((interrupt, auto_psv)) _ADC1Interrupt(void)
{
    IFS0bits.AD1IF = 0; // AD 割り込みフラグクリア
    Volt0 = ((ADC1BUF0 + ADC1BUF2 + ADC1BUF4)*20.)/3072.0; // AD4:バッ
    テリ電圧
    Volt1 = (ADC1BUF1 + ADC1BUF3 + ADC1BUF5)*51.2/3072; //
    AD5: A C 電流(1bit=0.05A)

    BVolt = (ADC1BUF0 + ADC1BUF2 + ADC1BUF4)/3;
    // EEPROM 書き込み用のバイナリ値をとっておく

    // この値で、バッテリーの充電制御もおこな
    う
    if(BVolt >= 1024){BVolt=1024;}
    // AD 値リミット閾値を設けることができる (任意の値と比較する)
}

//
// タイマー 1 割り込み処理
// ---> システムで使用している
//
//void __attribute__((interrupt, no_auto_psv)) _T1Interrupt(void)
//{
//}

```

```

// タイマー 2 割り込み処理
// --->タイマー 2 割り込みでHB LEDを点灯し、タスクで消灯する。
//     main loop 処理が忙しいとき、点いている時間が長くなる
//
void __attribute__((interrupt, no_auto_psv)) _T2Interrupt(void)
{
    IFS0bits.T2IF = 0;          // 割り込みフラグ クリア
    mPORTASetBits(0x0010);     // HB LED 点灯

    if(tm_500ms > 0){tm_500ms--;}

    if(tm_volt_h > 0)
    {
        tm_volt_h--;
        if(tm_volt_h == 0)
        {
            // Recieve high threshold
            strcpy(buf, "4321");
            buf[0] = Vol[1];          // Recive 1 chara.
            buf[1] = Vol[2];          // Recive 1 chara.
            buf[2] = Vol[3];          // Recive 1 chara.
            buf[3] = Vol[4];          // Recive 1 chara.
            buf[4] = '\n';
            BHighVolt = atoi(buf);    // String to value

            // デフォルトで制御する（異常な値にされると、充電制御がおかしくなり
            // 見た目では PG エラーか、壊れたのか、設定値が正しくないのかの、判断がつかない）
            BHighVolt=615;            // デフォルト上限値 12V
            BLowVolt=563;            // 下限値 11V

            printf("U *Battery");

```

```

        printf( "L High%4u",BHighVolt );
    }
}

if(tm_volt_l>0)
{
    tm_volt_l--;
    if(tm_volt_l==0)
    {
        // Recieve high threshold
        strcpy(buf,"4321");
        buf[0] = Vol[1];           // Recieve 1 chara.
        buf[1] = Vol[2];           // Recieve 1 chara.
        buf[2] = Vol[3];           // Recieve 1 chara.
        buf[3] = Vol[4];           // Recieve 1 chara.
        buf[4] = '\n';
        BLowVolt = atoi(buf);      // String to value

// デフォルトで制御する（異常な値にされると、充電制御がおかしくなり
// 見た目では PG エラーか、壊れたのか、設定値が正しくないのかの、判断がつかない)
BHighVolt=615;                   // デフォルト上限値 12V
BLowVolt=563;                     // 下限値 11V

        printf( "U *Battery" );
        printf( "L Low %4u",BLowVolt );
    }
}

if(tm_charge>0)
{

```

```

tm_charge--;
if(tm_charge==0)
{
    // Stop Charge
    mPORTAClearBits(0x0004);
    bt_spp_send("MN",2);        // Send to Android by Bluetooth

    mode = 'N';

    printf("U *MODE  ");
    printf("L  NORMAL");
}
}

```

```

if(tm_drive>0)
{
    tm_drive--;
    if(tm_drive==0)
    {
        // Stop Drive
        mPORTAClearBits(0x0008);
        bt_spp_send("MN",2);        // Send to Android by Bluetooth

        mode = 'N';

        printf("U *MODE  ");
        printf("L  NORMAL");
    }
}

```

```

if(tm_status > 0)
{
    tm_status--;
    if(tm_status==0)

```

```

{
    //
    status++;
    switch(status)
    {
        case 1:
            printf("U *Battery");
            printf("L %7.1fV",Volt0);
            break;

        case 2:
            printf("U *AC Amp.");
            printf("L %7.1fA",Volt1);
            break;

        case 3:
            printf("U *Battery");
            printf("L %7.1fV",Volt0);
            break;

        case 4:
            printf("U *AC Amp.");
            printf("L %7.1fA",Volt1);
            break;

        case 5:
            printf("U *Battery");
            printf("L %7.1fV",Volt0);
            break;

        case 6:
            printf("U *AC Amp.");
            printf("L %7.1fA",Volt1);
            break;

        case 7:
            printf("U *STATUS");
            printf("L      007");
            break;

        case 8:
            printf("U *STATUS");
            printf("L      008");
    }
}

```

```

        break;
    case 9:
        printf("U *STATUS ");
        printf("L    009");
        break;
    case 10:
        control_on = 'G';           // 最初の 10 回目
STATUS 要求で、システム制御開始 GO とします。
        status = 0;
        printf("U *STATUS ");
        printf("L    010");
        break;
    }
}
}

if(tm_mode > 0)
{
    tm_mode--;
    if(tm_mode == 0)
    {
        if(mode == 'N'){
            mode = 'D';

            mPORTASetBits(0x0008);           // <--- このマ
クロも <p o r t s . h> にあります。
            bt_spp_send("MD", 2);
            tm_drive = 5*2+1;               // 5Sec
            printf("U *MODE  ");
            printf("L    DRIVE");

        }else if(mode == 'D'){
            mode = 'P';

```

```

        duty = 0;
        duty_f = 'U';
        tm_drive=0;
        mPORTAClearBits(0x0008);           //<---このマ
クロも <p o r t s . h> にあります。
        bt_spp_send("MP",2);

        printf("U *MODE  ");
        printf("L      PWM");
    }else if(mode=='P'){
        mode = 'N';

        mPORTAClearBits(0x0008);           //<---このマ
クロも <p o r t s . h> にあります。
        bt_spp_send("MN",2);

        printf("U *MODE  ");
        printf("L  NORMAL");
    }
}

if(tm_duty > 0)
{
    tm_duty--;
    if(tm_duty==0)
    {
        if(mode=='P'){

            if(duty<80 && duty_f=='U'){
                duty+=10;
            }else if(duty>=80 && duty<95 && duty_f=='U'){
                duty+=1;
            }else if(duty==95 && duty_f=='U'){
                duty=94;
            }
        }
    }
}

```



```

        tm_BT=20;
        sprintf(buf,"BA%4.1fV",B_volt);
        bt_spp_send(buf,7);
        B_volt = Volt0;
// 送った直後に最新の値しておく
        }
    }
    if(tm_AC > 0){
        tm_AC--;
        if(tm_AC==0){
            tm_AC=20;
            sprintf(buf,"AC%4.1fA",A_amp);
            bt_spp_send(buf,7);
            A_amp = Volt1;
// 送った直後に最新の値しておく
        }
    }
}

//
// タイマー 3 割り込み処理
// ---> PWMで使用している
//
void __attribute__((interrupt, no_auto_psv)) _T3Interrupt(void)
{
    IFS0bits.T3IF = 0;        // 割り込みフラグ クリア
    tm_50ms++;
    if(tm_50ms>=20){
        tm_50ms=0;
    }

//    if(mode=='P')
//    {
//        if(tm_50ms==0){mPORTBSetBits(0x8000);}

```

```

//          if(tm_50ms ==(duty/5)){
//
//              mPORTBClearBits(0x8000);
//          }
//      }
}

//
// タイマー4 割り込み処理
// ---> PWMで使用している
//
void __attribute__((interrupt, no_auto_psv)) _T4Interrupt(void)
{
    IFS1bits.T4IF = 0;          // 割り込みフラグ クリア
    tm_5ms++;
    if(tm_5ms>=20){
        tm_5ms=0;
    }

    if(mode=='P')
    {
        if(tm_5ms==0){mPORTASetBits(0x0008);}
        if(tm_5ms ==(duty/5)){
            mPORTAClearBits(0x0008);
        }
    }
}

```

/*

Copyright(c)2012-2013 kenichi harada Wiseman Corp. All Rights Reserved.

```

*/

/*
 * bt_spp.c
 */

#include <string.h>
#include <stdio.h>

#include <btstack/hci_cmds.h>
#include <btstack/run_loop.h>
#include <btstack/sdp_util.h>

#include "btstack/src/hci.h"
#include "btstack/src/l2cap.h"
#include "btstack/src/btstack_memory.h"
#include "btstack/src/remote_device_db.h"
#include "btstack/src/rfcomm.h"
#include "btstack/src/sdp.h"
#include "btstack/include/config.h"

#include "bt_spp.h"

#define USE_AND_OR /* To enable AND_OR mask setting */
#include<ports.h>

// Global Variables in main.c
// -----
#define true      1
#define false    0
extern char mode;
extern int tm_mode;
extern int tm_status;
extern int tm_duty;
extern int tm_charge;

```

```

extern BOOL BreakNow;
extern BOOL ChargeNow;
extern char control_on;
// Global Variables in main.c

static uint16_t  rfcomm_channel_id;

uint16_t bt_localid;
char bt_localname[10] = {'P','I','C','B','T','0','0','0','0','0x00'};
char send_buf[17];

/* SPP RECEIVE DATA */
int bt_spp_recive_callback(uint16_t channel, uint8_t *packet, uint16_t size)
{
//    static char a = 0;
    packet[size] = 0;
    switch(*(packet+0))
    {
        case 'I':
        case 'L':
            if(*(packet+1) == '1')
            {
                mPORTBSetBits(0x8000);
            }else{
                mPORTBClearBits(0x8000);
            }
            control_on = 'N'; // 通常制御停止
            mPORTAClearBits(0x0008); // 停電回復・放電
            BreakNow = false;
            mPORTAClearBits(0x0004); // 充電 OFF
            ChargeNow=false;
            break;
    }
}

```

```

    case 'S': // Status Request
        tm_status = 2;
        break;

    case 'M': // Mode Change Request
        tm_mode = 2;
        break;

    case 'D': // Duty Change Request
        tm_duty = 2;
        break;

    case 'C': // Duty Change Request

        if(mode=='N')
        {
            mPORTASetBits(0x0004);
            //<---このマクロも <p o r t s . h> にあります。
            bt_spp_send("MC",2);
            tm_charge = 5*2+1;

            // 5Sec

            mode = 'C';

            printf("U *MODE  ");
            printf("L  CHARGE" );
        }
        break;

}
return 0;
}

```

③Android タブレットプログラムリスト

```
package com.hrdapp.android.BluetoothIO;

//import android.bluetooth.BluetoothAdapter;
//import android.bluetooth.BluetoothDevice;
import android.app.Activity;
import android.content.Intent;
import android.os.Bundle;
//import android.util.Log;
import android.view.Menu;
import android.view.MenuInflater;
import android.view.MenuItem;
import android.view.View;
import android.view.View.OnClickListener;
import android.view.Window;
import android.widget.CompoundButton;
import android.widget.TextView;
import android.widget.Toast;
import android.widget.ToggleButton;
import android.widget.Button;
import android.widget.ProgressBar;

public class BluetoothIOActivity extends BluetoothBaseActivity implements
ToggleButton.OnCheckedChangeListener{

    // Layout Views
    private TextView mTitle;
    private TextView cTitle;
    private TextView mSWStatus;
    private ToggleButton mToggleButton;
    private Button mButton1; // モード変更ボタン
    private Button mButton2; // 停電テストボタン
    private Button mButton3; // 充電テストボタン
    private ProgressBar PBar; // プログレスバー
    private ProgressBar PBar2; // プログレスバー
```

```

private ProgressBar PBar3;                // プログレスバー
private TextView ModeNormal;             // ノーマルモード表示
private TextView ModeDrive;              // ドライブモード表示
private TextView ModePWM;                // PWM モード表示
private TextView Voltage;                 // バッテリ電圧
private TextView Ampere;                  // A C 電流
private TextView Duty;                    // Duty

//private final static int WC=LinearLayout.LayoutParams.WRAP_CONTENT;

@Override
public void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
    super.onCreate(savedInstanceState);

    // Set up the window layout
    requestWindowFeature(Window.FEATURE_CUSTOM_TITLE);
    setContentView(R.layout.main);
    getWindow().setFeatureInt(Window.FEATURE_CUSTOM_TITLE, R.layout.custom_title);

    // Set up the custom title
    mTitle = (TextView) findViewById(R.id.title_left_text);
    mTitle.setText(R.string.app_name);
    mTitle = (TextView) findViewById(R.id.title_right_text);

    cTitle = (TextView) findViewById(R.id.cTitle);
    cTitle.setHeight(80);
    cTitle.setTextSize(60);

    mSWStatus = (TextView) findViewById(R.id.SWStatus);
    mSWStatus.setHeight(100);
    mSWStatus.setTextSize(80);

```

```
mSWStatus.setBackgroundColor(getResources().getColor(R.color.magenta));
```

```
mToggleButton = (ToggleButton)findViewById(R.id.LEDtoggleButton);
```

```
mToggleButton.setChecked(false);
```

```
mToggleButton.setOnCheckedChangeListener(this);
```

```
mToggleButton.setHeight(120);
```

```
mToggleButton.setTextSize(80);
```

```
mButton1 = (Button)findViewById(R.id.button1);
```

```
mButton1.setTag("button1");
```

```
mButton1.setOnClickListener(new BtnClickListener());
```

```
mButton1.setHeight(120);
```

```
mButton1.setWidth(430);
```

```
mButton1.setTextSize(75);
```

```
mButton1.setTextColor(getResources().getColor(R.color.blue));
```

```
mButton2 = (Button)findViewById(R.id.button2);
```

```
mButton2.setTag("button2");
```

```
mButton2.setOnClickListener(new BtnClickListener());
```

```
mButton2.setHeight(120);
```

```
mButton2.setWidth(430);
```

```
mButton2.setTextSize(75);
```

```
mButton2.setTextColor(getResources().getColor(R.color.blue));
```

```
mButton3 = (Button)findViewById(R.id.button3);
```

```
mButton3.setTag("button3");
```

```
mButton3.setOnClickListener(new BtnClickListener());
```

```
mButton3.setHeight(120);
```

```
mButton3.setWidth(430);
```

```
mButton3.setTextSize(75);
```

```
mButton3.setTextColor(getResources().getColor(R.color.blue));
```

```
PBar = (ProgressBar) findViewById(R.id.progressBar1);
```

```
PBar.setMax(100);
```

```
PBar.setProgress(0);
```

```
PBar.setSecondaryProgress(80);
```

```

//PBar.setBackgroundColor(getResources().getColor(R.color.lime));

PBar2 = (ProgressBar) findViewById(R.id.progressBar2);
PBar2.setMax(100);
PBar2.setProgress(0);
PBar2.setSecondaryProgress(80);

PBar3 = (ProgressBar) findViewById(R.id.progressBar3);
PBar3.setMax(100);
PBar3.setProgress(0);
PBar3.setSecondaryProgress(80);

ModeNormal = (TextView) findViewById(R.id.textView1);
ModeNormal.setHeight(100);
ModeNormal.setWidth(430);
ModeNormal.setTextSize(80);
ModeNormal.setBackgroundColor(getResources().getColor(R.color.magenta));
ModeNormal.setTextColor(getResources().getColor(R.color.blue));

ModeDrive = (TextView) findViewById(R.id.textView2);
ModeDrive.setHeight(100);
ModeDrive.setWidth(430);
ModeDrive.setTextSize(80);
ModeDrive.setBackgroundColor(getResources().getColor(R.color.amethyst));
ModeDrive.setTextColor(getResources().getColor(R.color.white));

ModePWM = (TextView) findViewById(R.id.textView3);
ModePWM.setHeight(100);
ModePWM.setWidth(430);
ModePWM.setTextSize(80);
ModePWM.setBackgroundColor(getResources().getColor(R.color.coral));
ModePWM.setTextColor(getResources().getColor(R.color.white));

```

```

Voltage = (TextView) findViewById(R.id.textView4);
Voltage.setHeight(100);
Voltage.setWidth(430);
Voltage.setTextSize(80);
Voltage.setBackgroundColor(getResources().getColor(R.color.almond));
Voltage.setTextColor(getResources().getColor(R.color.lime));

Ampere = (TextView) findViewById(R.id.textView5);
Ampere.setHeight(100);
Ampere.setWidth(430);
Ampere.setTextSize(80);
Ampere.setBackgroundColor(getResources().getColor(R.color.almond));
Ampere.setTextColor(getResources().getColor(R.color.lime));

Duty = (TextView) findViewById(R.id.textView6);
Duty.setHeight(100);
Duty.setWidth(430);
Duty.setTextSize(80);
Duty.setBackgroundColor(getResources().getColor(R.color.almond));
Duty.setTextColor(getResources().getColor(R.color.lime));

if(!initBT())
{
    Toast.makeText(this, "Bluetooth is not available", Toast.LENGTH_LONG).show();
    finish();
}
}

class BtnClickListener implements OnClickListener
{

    //Override

```

```

public void onClick(View v){

    String tag=(String)v.getTag();

    if (tag=="button1"){
        sendMessage("M");
        //Toast.makeText(v.getContext(),tag,Toast.LENGTH_SHORT).show();
        mSWStatus.setText("モード変更ボタンがおされました");

    }else if (tag=="button2"){
        sendMessage("C");
        //Toast.makeText(v.getContext(),tag,Toast.LENGTH_SHORT).show();
        mSWStatus.setText("充電テストボタンがおされました");

    }else if (tag=="button3"){
        sendMessage("D");
        //Toast.makeText(v.getContext(),tag,Toast.LENGTH_SHORT).show();
        mSWStatus.setText("DUTY 変更ボタンがおされました");

    }

}

}

@Override

public boolean onCreateOptionsMenu(Menu menu) {
    MenuInflater inflater = getMenuInflater();
    inflater.inflate(R.menu.option_menu, menu);
    return true;
}

@Override

public boolean onOptionsItemSelected(MenuItem item) {
    switch (item.getItemId()) {
        case R.id.connect:

```

```

        // Launch the DeviceListActivity to see devices and do scan
        Intent serverIntent = new Intent(this, DeviceListActivity.class);
        startActivityForResult(serverIntent, REQUEST_CONNECT_DEVICE);
        return true;
    case R.id.disconnect:
        stopBTIO();
        return true;
    }
    return false;
}

public void onActivityResult(int requestCode, int resultCode, Intent data) {
    switch (requestCode) {
        case REQUEST_CONNECT_DEVICE:
            // When DeviceListActivity returns with a device to connect
            if (resultCode == Activity.RESULT_OK) {
                // Get the device MAC address
                String address = data.getExtras()
                    .getString(DeviceListActivity.EXTRA_DEVICE_ADDRESS);
                connectionBT(address);
            }
            break;
        case REQUEST_ENABLE_BT:
            // When the request to enable Bluetooth returns
            if (resultCode == Activity.RESULT_OK) {
                // Bluetooth is now enabled, so set up a io session
                setupBTIO();
            } else {
                // User did not enable Bluetooth or an error occurred
                Toast.makeText(this, R.string.bt_not_enabled_leaving,
                    Toast.LENGTH_SHORT).show();
                finish();
            }
        }
    }
}

```

```

@Override
public void onChangeConnectionStatus(int status) {
    switch (status) {
        case BluetoothBaseService.STATE_CONNECTED:
            mTitle.setText(R.string.title_connected_to);
            mTitle.append(getmConnectedDeviceName());
            Toast.makeText(getApplicationContext(), "Connected to "
                + getmConnectedDeviceName(), Toast.LENGTH_SHORT).show();
            break;
        case BluetoothBaseService.STATE_CONNECTING:
            mTitle.setText(R.string.title_connecting);
            break;
        case BluetoothBaseService.STATE_LISTEN:
        case BluetoothBaseService.STATE_NONE:
            mTitle.setText(R.string.title_not_connected);
            break;
    }
}

// Touch Button and change status
public void onCheckedChanged(CompoundButton _tbutton,boolean _checked){
    // L E D   O N / O F F ボタンが押されました。
    if(_checked){
        // Send message LED ON Command
        sendMessage("L1");
        Toast.makeText(this,"L E D   O N  です",Toast.LENGTH_SHORT).show();
    }else{
        //Send message LED OFF command
        sendMessage("L0");
        Toast.makeText(this,"L E D   O F F  です",Toast.LENGTH_SHORT).show();
    }
}

// with Bluetooth receive message from PIC
@Override
public void onReviceMessage(String message)

```

```

{
    if(message.equals("S1")){
        // SW ON Command
        mSWStatus.setText(R.string.SW_ON);
        Toast.makeText(this," S Wが押されました",Toast.LENGTH_SHORT).show();

    }else if(message.equals("S0")){
        // SW OFF command
        mSWStatus.setText(R.string.SW_OFF);
        Toast.makeText(this," S Wが離されました",Toast.LENGTH_SHORT).show();

    }else if(message.substring(0,2).equals("MD")){
        // Mode change to Drive
        ModeNormal.setTextColor(getResources().getColor(R.color.white));
        ModeDrive.setTextColor(getResources().getColor(R.color.blue));
        ModePWM.setTextColor(getResources().getColor(R.color.white));
        //Toast.makeText(this," モードが D R I V E になりました
",Toast.LENGTH_SHORT).show();
        mSWStatus.setText("モード D R I V E です");

    }else if(message.substring(0,2).equals("MN")){
        // Mode change to Normal
        ModeNormal.setTextColor(getResources().getColor(R.color.blue));
        ModeDrive.setTextColor(getResources().getColor(R.color.white));
        ModePWM.setTextColor(getResources().getColor(R.color.white));
        ModePWM.setText("PWM");
        Duty.setText("0%");
        PBar.setProgress(0);
        //Toast.makeText(this," モードが N O R M A L になりました
",Toast.LENGTH_SHORT).show();
        mSWStatus.setText("モード N O R M A L です");

    }else if(message.substring(0,2).equals("MP")){
        // Mode change to PWD
        ModeNormal.setTextColor(getResources().getColor(R.color.white));
        ModeDrive.setTextColor(getResources().getColor(R.color.white));

```

```

        ModePWM.setTextColor(getResources().getColor(R.color.blue));
        //Toast.makeText(this,"モードが P W M になりました",Toast.LENGTH_SHORT).show();
        mSWStatus.setText("モード P W M です");

    }else if(message.substring(0,2).equals("MC")){
        // Charge On
        ModePWM.setText("CHARG");
        ModeNormal.setTextColor(getResources().getColor(R.color.white));
        ModeDrive.setTextColor(getResources().getColor(R.color.white));
        ModePWM.setTextColor(getResources().getColor(R.color.blue));
        //Toast.makeText(this,"充電テスト中です",Toast.LENGTH_SHORT).show();
        mSWStatus.setText("充電テスト中です");

    }else if(message.substring(0,2).equals("DU")){
        // Duty value
        Duty.setText(message.substring(2));
        PBar.setProgress(Integer.parseInt(message.substring(2,4).replace(" ", "0"))); //プログレスバーの値変更
        PBar2.setProgress(Integer.parseInt(message.substring(2,4).replace(" ", "0"))); //プログレスバーの値変更
        PBar3.setProgress(Integer.parseInt(message.substring(2,4).replace(" ", "0"))); //プログレスバーの値変更
        mSWStatus.setText(message);
        //Toast.makeText(this,"D U T Y が 変 更 さ れ ま し た " + message.substring(2),Toast.LENGTH_SHORT).show();
        mSWStatus.setText("D U T Y が 変 更 さ れ ま し た " + message.substring(2));

    }else if(message.substring(0,2).equals("BA")){
        // Battery voltage
        Voltage.setText(message.substring(2));
        //Toast.makeText(this,"バ ッ テ リ ー 電 圧 " + message.substring(2),Toast.LENGTH_SHORT).show();
        mSWStatus.setText("バッテリー電圧 " + message.substring(2));

    }else if(message.substring(0,2).equals("AC")){

```

```

        // AC current
        Ampere.setText(message.substring(2));
        //Toast.makeText(this," A C 電 流 " +
message.substring(2),Toast.LENGTH_SHORT).show();
        mSWStatus.setText("A C 電流 " + message.substring(2));

    }else if(message.substring(0,2).equals("BD")){
        // 停電検出 放電開始
        Toast.makeText(this,"停電です！！",Toast.LENGTH_SHORT).show();
        mSWStatus.setText("停電検出しました。 放電しています。 " + message.substring(2));

    }else if(message.substring(0,2).equals("BR")){
        // 停電回復 放電停止
        Toast.makeText(this,"停電回復！！",Toast.LENGTH_SHORT).show();
        mSWStatus.setText(" 停 電 回 復 し ま し た 。 通 常 制 御 し て い ま す 。 " +
message.substring(2));

    }else if(message.substring(0,2).equals("CD")){
        // 停電検出 放電開始
        Toast.makeText(this,"バッテリー電圧低下！！",Toast.LENGTH_SHORT).show();
        mSWStatus.setText("バッテリーの充電を開始しました。 " + message.substring(2));

    }else if(message.substring(0,2).equals("CR")){
        // 停電回復 放電停止
        Toast.makeText(this,"電圧回復！！",Toast.LENGTH_SHORT).show();
        mSWStatus.setText(" 充 電 終 了 し ま し た 。 通 常 制 御 し て い ま す 。 " +
message.substring(2));

    }
}
}
}

```

被災地を中心とするEV車等の
普及加速に対応した整備人材育成

ナルセペダルテキスト

学校法人九州総合学院
九州工科自動車専門学校

まえがき

● アクセルとブレーキの踏み間違い事故

- 平成23年(2011年)は、国内で6,491件発生。
- 事故を起こした人の4割は高齢者。しかし、年齢を問わず事故を起こしている。
- 事故を起こした際の、運転者の死亡率が高い。
- 店舗に突っ込むなど、賠償額が高額になる傾向にある。

➡ **ナルセペダル**は、こうした事故をなくすために開発された。

● ナルセペダルを学習する意義

- 東日本大震災の被災地には、車がないと不便な地域が多く、特にこうした地域に導入することが重要。
- 被災地は高齢者の多い地域でもあり、こうした方々の生活を支えることも必要。
- ガソリン車、ハイブリッド車、電気自動車等、どのような車にも取り付けが可能。
- 交通事故による損害を軽減させる一つの方法。

※ 資料提供: ナルセ機材有限公司

1. 概要

● ワンペダル方式

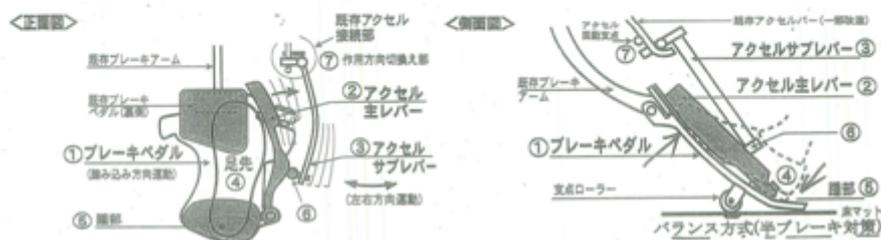
- 従来の、アクセルペダルとブレーキペダルが別々になっている方式とは異なり、1つのペダルでアクセルとブレーキの操作を行う。
- 従来の車は、アクセルとブレーキの操作方法が同じ(どちらも同じ方向に踏み込む)。ナルセペダルは、アクセルとブレーキの操作方法が異なる。
- 常にブレーキペダルに足を乗せているため、ブレーキ操作時のペダルの踏み替えが不要。そのため、空走距離(危険を感じてからブレーキがきき始めるまでに車が走る距離)がほとんどなく、短い距離、短い時間で停車が可能。
- ペダルの踏み替えが不要のため、アクセルとブレーキを踏み間違えることがない。



左:従来のペダル
右:ナルセペダル

2

2. 構造

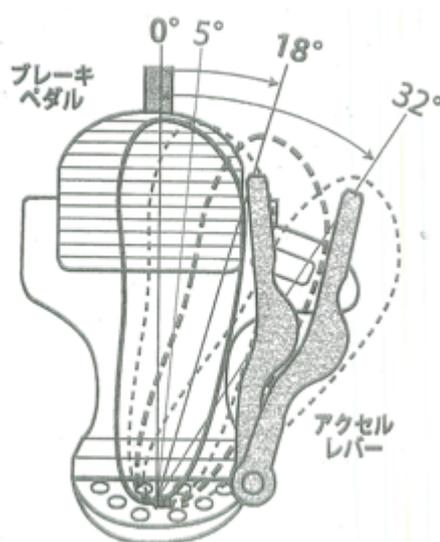


● 操作方法

1. 足④を大きなブレーキペダル①上の中央に置く。踵はペダル踵部⑤に合わせる。
2. 足④の踵部を旋回支点として、足先でアクセル主レバー②を右横へ押す。
3. ②の動きによってアクセルサブレバー③の下部⑥が右方向へ動き、アクセル作用方向切換え部⑦で既存アクセルの加減速を行う。
4. ブレーキをかけるときは、ブレーキペダル①を踏み込む。すると、アクセルサブレバー③とアクセル主レバー②の接続部⑥が外れ、アクセルサブレバー③が左へ戻り、ブレーキがかかるのと同時にアクセルが外れる。

3

2. 構造



● 下肢運動との関係

- ▶ 人間の足は自然に開いている。通常で17～18度。膝関節が曲がっていれば、32度までは楽に開く。
- ▶ ナルセペダルは、この角度に合わせて作られている。
- ▶ 膝関節が完全に伸びきっていると、足がほとんど開けなくなる。そのため、ブレーキペダルをいっぱい踏むと、自然とアクセルレバーが戻る仕組みは、下肢運動に自然に合致している。
- ▶ とっさのときこは、人間は無意識のうち脚を伸ばす。そのため、アクセルペダルを踏み続けてしまうという事態になりやすい。ナルセペダルでは、そのような事態になっても踏むのはブレーキペダルなので、安全である。

4

3. 利用者の声

- ▶ ブレーキに足を乗せているので、いざという時、アクセルと間違えることなくすぐ対応できる。長い時間運転していても足が疲れない。足下を確認しなくても、バックする時、アクセルとブレーキを間違えることはない。今3年目ですが、とても乗り心地がいいです。特に年を取った人に勧めたいです。(57歳女性)
- ▶ ナルセペダル装着後、慣れるまでは違和感もありましたが、慣れたら特に問題はありません。運転中にヒヤッとしたことがありました。しかし、そのままペダルを踏み込み難さを得ました。あのときペダルを踏み換えないといけないならどうなっていたか、今でもゾッとします。運動神経が鈍くなってくる高齢者にとっては、事故防止に役立つものと思われます。(71歳男性)
- ▶ 自分の病気がきっかけでナルセペダルのことを知りました。右半身が不自由となり、車の運転はとても無理だと思っていたところ、知り合いより雑誌に載っている」とナルセペダルを紹介され、実際に熊本に行き試乗させてもらいました。普通のクルマでは微妙な足先の感覚が必要で、しかし、ナルセペダルは右足全体でその微妙なタッチをコントロールでき、「これなら右足に麻痺の残る自分にも乗れる」と嬉しく思ったことを憶えています。早速装着してもらい間もなく12年になりますが、無事故無違反で快適に18万km以上乗り続けています。再び運転する機会を与えてくれたナルセペダルを開発していただいた鳴瀬社長には感謝するとともに、自動車メーカー様にはナルセペダルをオプションにもらうことを切に望みます。そうすることで、急発進などの事故防止はもちろんのこと、病氣等で運転を諦めている人にも希望を与えることになり、社会に大きく貢献することになると思います。(43歳男性)

5

4. 導入事例

- タクシー会社で導入
 - タクシードライバーの高齢化に伴い、ペダルの踏み間違え事故の心配が出てきたため、ナルセペダルを試験的に導入。
 - 試乗したドライバーは、始めは足下を気にしていたが、すぐに「違和感なく使える」とコメント。
 - 1年をかけて試用し、評価を行う予定。

5

5. 特許、報道等

- 特許
 - 平成6年～平成8年、日本、米国、韓国、欧州(EU)で世界的特許を取得。
 - 平成20年、ワンペダル方式で日本、韓国において特許取得。
 - 平成21年、新方式で米国において特許取得。
- 報道
 - ニューヨークタイムズで報道(平成22年8月3日)。
 - NHKクローズアップ現代で紹介(平成22年9月19日)。
 - TBSテレビ 夢の扉+で紹介(平成24年12月9日)。
- その他
 - 2010熊本県工業対象奨励賞受賞。
 - 米国SAE学会発表予定(平成25年4月16日～18日)。

7