

第2章 定置用燃料電池の概要

2.1 定置用燃料電池の種類及び構造

2.1.1 燃料電池の種類

現在、商用化または実証段階の各種燃料電池の概要を表 2-1-1 に、導入・普及に係る事業等を図 2-1-1 に示す。

表 2-1-1 各種燃料電池の概要

種類 項目	固体高分子形 (PEFC)	アルカリ形 (AFC)	りん酸形 (PAFC)	熔融炭酸塩形 (MCFC)	固体酸化物形 (SOFC)
運転温度()	室温～100	50～150	170～200	600～700	900～1000
電解質	イオン交換膜	水酸化カリウム	リン酸	炭酸ナトリウム / 炭酸リチウム	イットリア安定化 ジルコニア
燃料	都市ガス LPG 等	水素	都市ガス LPG 等	都市ガス、LPG 石炭等	都市ガス LPG 等
作動気体	水素	水素	水素	水素、一酸化炭素	水素、一酸化炭素
伝導イオン	水素イオン	水酸化イオン	水素イオン	炭酸イオン	酸化物イオン
発電効率(%)	35～45	45～60	40～45	45～60	45～65
出力規模(kW)	1～250	0.6～12	50～1万	数千～数十万	数千～数十万
特 徴	起動停止が容易 出力密度高	——	既に実用段階	発電効率高 大容量化に適	発電効率高 耐久性高
主用途	家庭用 自動車用	——	分散型電源 自家発電	分散型電源 大規模電源	分散型電源 中規模電源
開発段階	実証段階	宇宙船で実用化	商用化段階	実証段階	実証段階

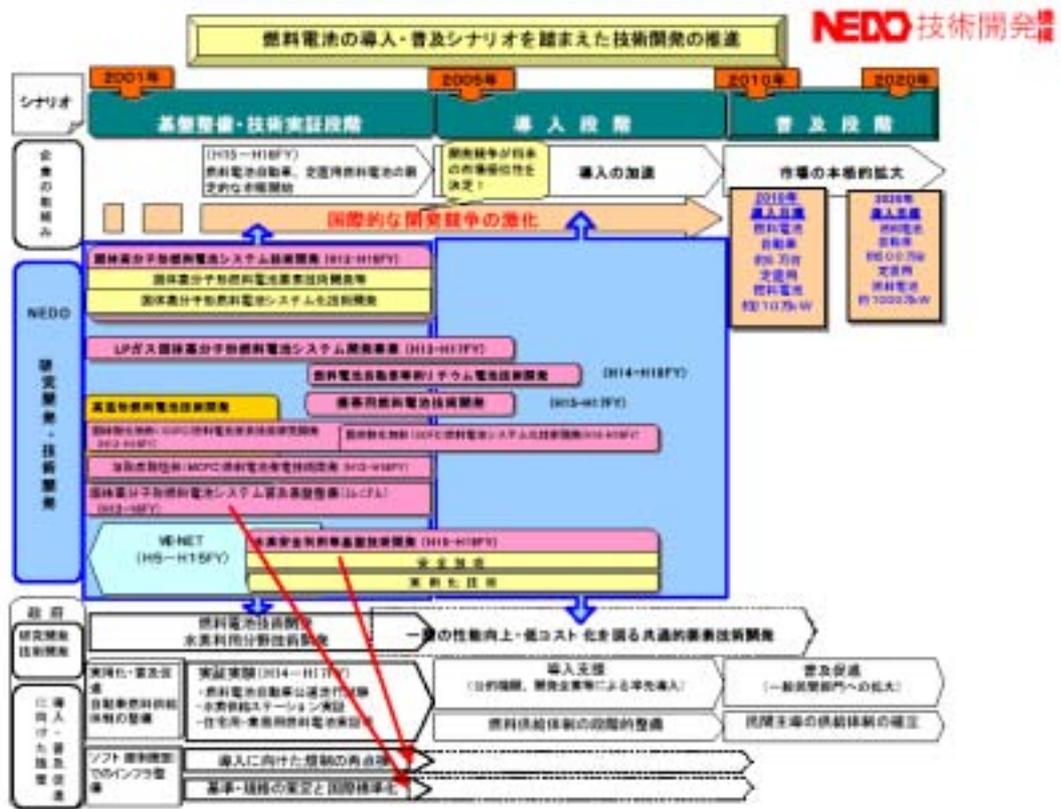


図 2-1-1 燃料電池の導入・普及に係る事業等

(資料提供：独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO))

2.1.2 燃料電池の構造

本報告書で検討の対象とする固体高分子形、りん酸形と溶融炭酸塩形の各燃料電池の概略系統図を図 2-1-2、図 2-1-3 及び図 2-1-4 に示す。溶融炭酸塩形は多少異なるが、各燃料電池とも表 2-1-2 に示すように、内部はおおまかに燃料系、空気系、冷却水系、電気系の 4 系統に分けられる。各燃料電池とも構成機器の種類には大きな差異は無いが、各燃料電池とも改質器や燃料電池の種類が異なるとともに、りん酸形には CO 除去器が除かれている。また溶融炭酸塩形は、燃焼器等を設けて排ガスでガスタービン等を連動させている。

これらの燃料電池の内部には、運転制御や異常を監視するための種々のセンサーが取り付けられており、温度や流量の異常またはガス漏れを検出すると、直ちに運転を停止する安全システムが組み込まれている。さらに、万一内部の機器や配管等からガス漏れが発生しても躯体内部にガスが滞留しない構造になっている。

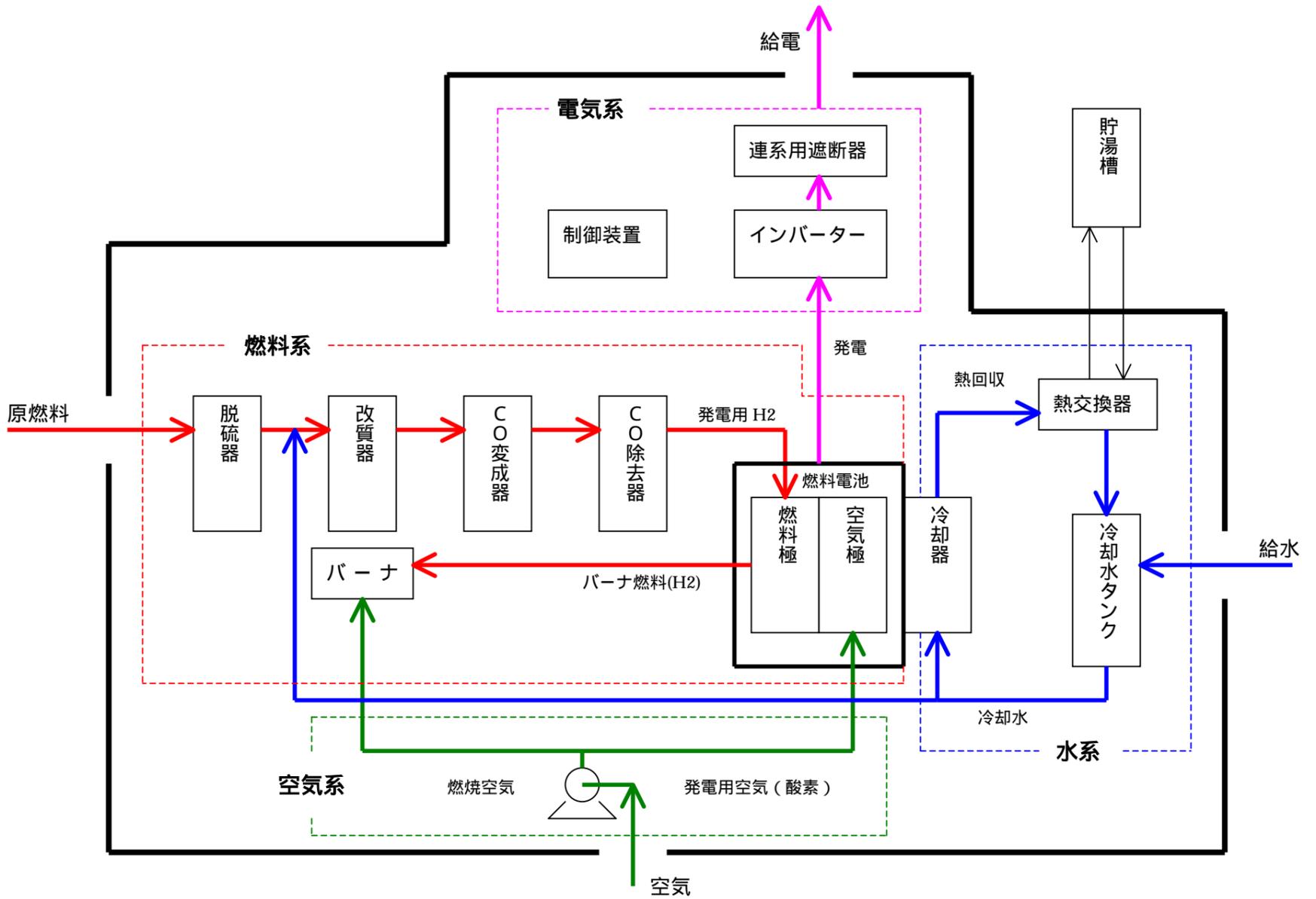


図 2-1-2 固体高分子形燃料電池の概略系統図

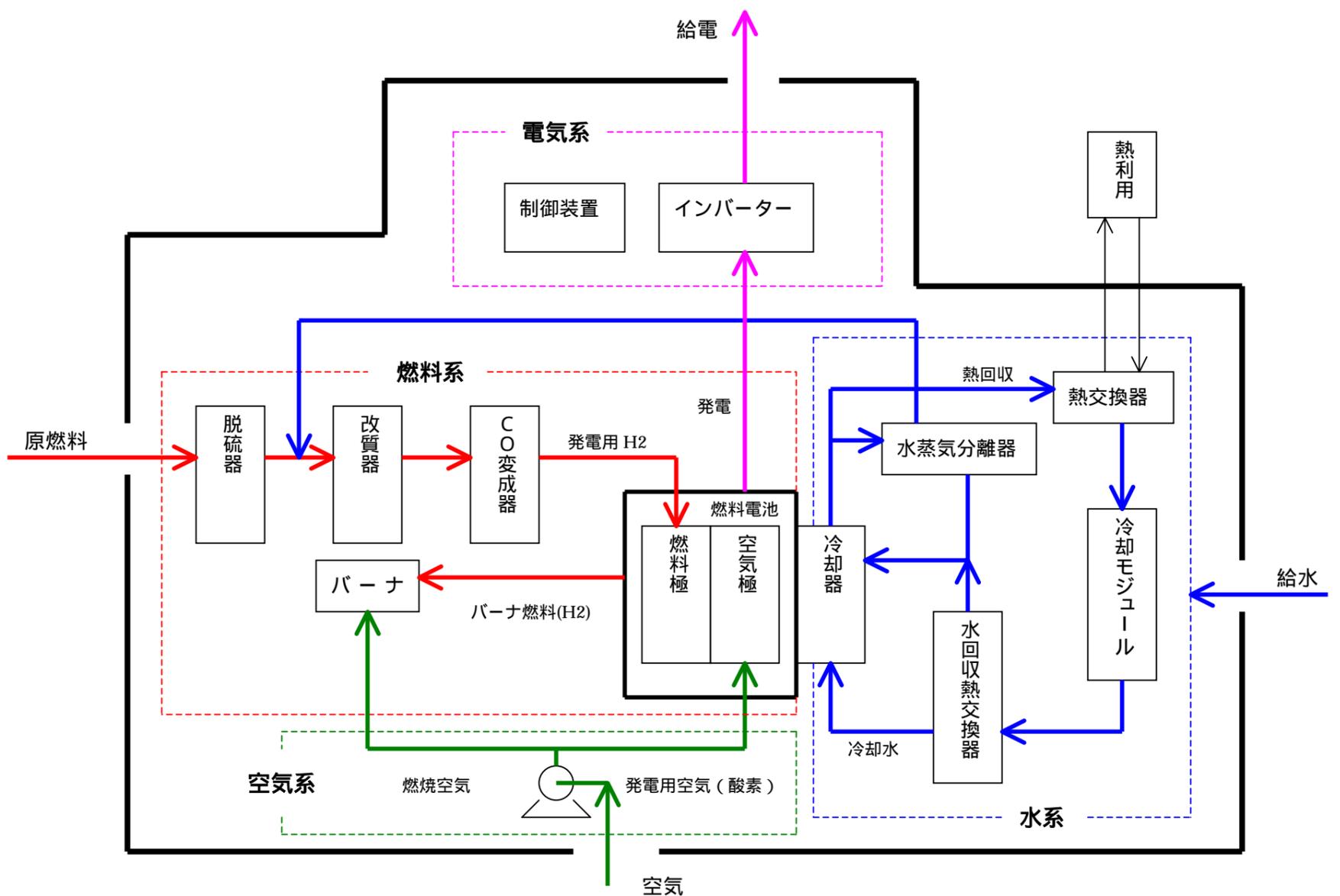


図 2-1-3 リン酸形燃料電池の概略系統図

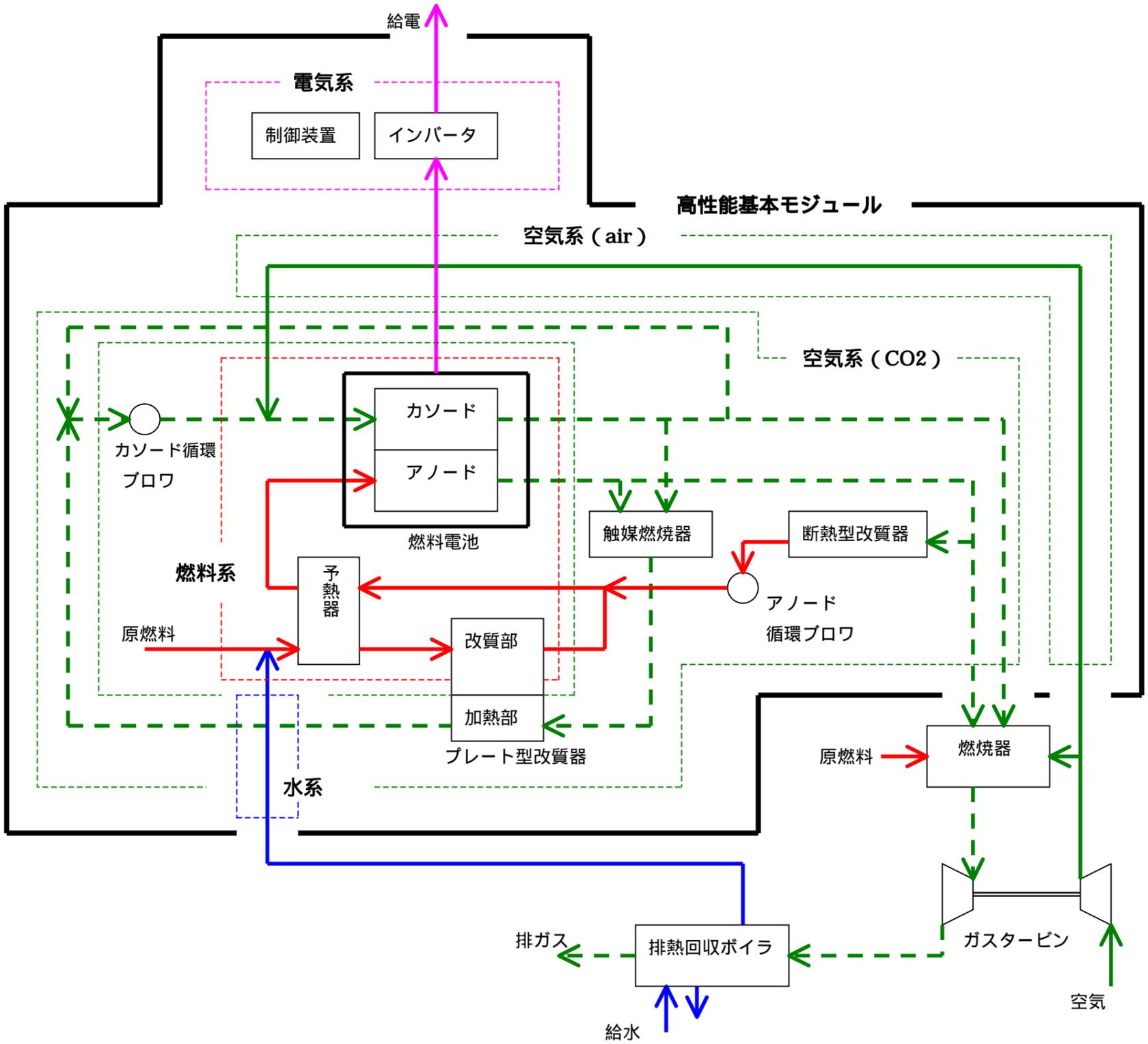


図 2-1-4 溶融炭酸塩形燃料電池の概略系統図（一例）

表 2-1-2 燃料電池の概略系統

燃料系	燃料は蒸気と混合され、改質器内で水素を主成分とするガスに変換される。その水素過剰ガスは燃料電池本体の燃料極に導入され、電気を作る。電池本体で余った水素は改質器で燃やされ水素製造するための熱になる。
空気系	空気は電池本体の空気極に導かれ電気を作るとともに、一部は改質器バーナに送られる。
冷却水系	発電で発生する熱を電池本体から取り除き、この熱を外部に供給する。
電気系	燃料電池で発生した直流電力は、インバータで交流に変換され外部に供給される。

2.2 定置用燃料電池に係る国内の法令等

2.2.1 消防法に係る定置用燃料電池に適用される法規制

定置用燃料電池に適用されると考えられる現行法令の体系は、図 2-2-1 に示すとおりであり、実際の法制に関する事項は市町村の火災予防条例に定められている。市町村条例の「ひな型」となるのが火災予防条例(例)であり、各市町村はこの火災予防条例(例)を基に、その地方の気候や風土の特殊性等を考慮した上で条例を制定している。

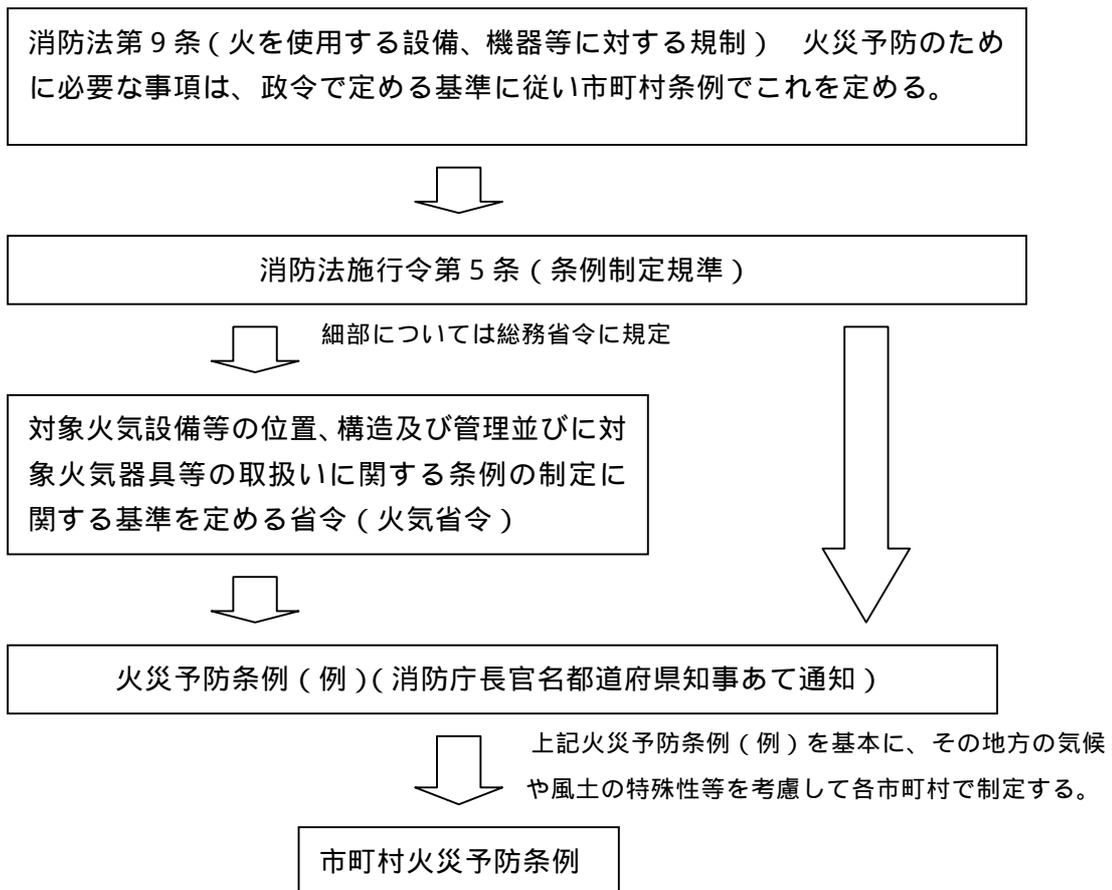


図 2-2-1 現行法令の体系

2.2.2 消防法以外の定置用燃料電池に適用される法規制

定置用燃料電池のうち、現行法令において、一般家庭に普及が見込まれている燃料電池発電装置（以下、「家庭用燃料電池」という。）に適用される法規制を概念図で示すと図 2-2-2 のようになり、家庭用燃料電池は電気事業法の適用を受けることになる。

電気事業法の目的は「電気事業の運営を適正かつ合理的に行わせることで、電気使用者の利益保護及び電気事業の健全な発達を図るとともに電気工作物の工事、維持及び運用を規制することにより、公共の安全の確保及び環境の保全を図ること」である。電気事業法では、すべての電気工作物は技術基準どおりに維持されなければならないと規定されており、電気事業法に基づき電気工作物の各種の技術基準が省令として定められている。

現在、燃料電池発電装置については、「電気設備に関する技術基準を定める省令」及び「発電用火力設備に関する技術基準を定める省令」により個別の安全性について規定されているが、現状の規制はりん酸形燃料電池発電所を対象として制定された経緯があり、設置場所、使用環境等について出力規模の大きな発電設備として建設されることを想定しているものである。（図 2-2-3 参照）

（1）電気工作物としての規制

家庭用燃料電池は、現行の電気事業法では、電圧の大小、出力の規模に係わらず発電設備として「自家用電気工作物」の規制を受ける。電気事業法における電気工作物の分類は図 2-2-4 のとおりとなる。

電気事業法の適用を受ける電気工作物は、同法第 39 条の規定によって定められた「電気設備に関する技術基準を定める省令」に適合することとされている。公共の安全を確保するため、同省令は次のことを目的とし定められている。

電気工作物は、人体に危害を及ぼし、又は物件に損傷を与えないようにすること。

電気工作物は、他の電氣的設備その他の物件の機能に電氣的又は磁氣的な障害を与えないようにすること。

破損により電気の供給に著しい支障を及ぼさないこと。

（以下省略）

（2）小出力発電設備に係る規制

従来の発電設備に比べて構造面・機能面で安全性が高いものとして、小出力発電設備に係る電気事業法に基づく規制の適用は表 2-2-1 のとおりである。

表 2-2-1 小出力発電設備に係る規制

	事業用電気 工作物	一般用電気工作物 注)	
		小出力発電設備	
保安規程の作成・届出・遵守		×	×
主任技術者の選任・届出		×	×
工事計画の届出	(一部)	×	×
使用前自主検査	(一部)	×	×
溶接自主検査	(一部)	×	×
定期自主検査	(一部)	×	×
技術基準適合維持義務		×	×
技術基準適合命令			
電気供給者の調査	×	×	

注) 一般用電気工作物の部分となり、またはこれに接続して用いられる機械、器具または材料であって、政令で定めるものは、電気用品安全法の対象となっている。(既存の小出力発電設備は対象となっていない)

(3) 電気用品安全法の適用について

電気用品安全法は、「電気用品の製造、販売等の規制、電気用品の安全性の確保について民間事業者の自主的活動を促進することにより、電気用品による危険及び障害の発生を防止すること」を目的として制定されたもので、一般家電製品等を対象に安全性等の観点から定められている。同法に基づく電気用品とは 一般電気工作物の部分となり、又はこれに接続して用いられる機械、器具であって政令で定めるもの 携帯発電機であって、政令で定められているもので、これらは、電気用品安全法に基づき設計・製作され、安全性が確保されている。しかし、燃料電池発電装置は電気用品安全法の適用対象となっていない。

(4) 一般家庭に設置する場合における現行規制上の課題

ア．自家用電気工作物に該当するため保安規程届出と電気主任技術者の選任が義務付けられる。(電気事業法第 42 条、第 43 条)

例： 現在、20 kW 未満の住宅用太陽光発電設備、10 kW 未満の内燃機関発電設備は、一般電気工作物として扱われ、保安規程届出と電気主任技術者の選任が必要ない。

イ．運転停止する場合に可燃性ガス滞留防止のため、不活性ガス(窒素等)によるパージが必要となるため、窒素ポンプの設置を要する。(発電用火力設備に関する技術基準を定める省令第 35 条、電気設備に関する技術基準を定める省令第 44 条、第 46 条)

例： パージ要 りん酸形燃料電池、ガス製造設備(ガス事業法)等
パージ不要 給湯湯沸器、ガスエンジン等

(5) 小型固体高分子形燃料電池システムの安全に関する自主基準について

ア．自主基準作成の背景

現行規制の一部が、一般家庭への燃料電池発電機普及の阻害要因となっていること

から日本電機工業会（JEMA）に設けられた内部委員会では、経済産業省等の関係省庁に対し、燃料電池の実用化に向けた助成策や規制緩和等の実施を要望しており、この要望活動の中で日本には固体高分子形燃料電池（PEFC）に関する基準・標準等の業界基準がないことからその必要性が高まり、自主基準の作成が急務となった。一方、日本ガス協会（JGA）は 2000 年度より 5 ヶ年の計画で、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）から定置用燃料電池普及基盤整備事業（定置用ミレニアム事業）を受託しており、この事業の中で PEFC 早期普及のための基本性能、安全性等に関するデータ収集等を実施し、各種試験法案を取りまとめていた。

このような状況で、共通の目的をもった、JEMA と JGA が協力・分担しミレニアム事業による各種実試験結果を即座に基準に反映する体制で自主基準案作成を進め、現在、第 3 次素案までが作成されている。

イ．自主基準の概要

a．目的

小型の固体高分子形燃料電池システムを設計、製作、設置及び保守管理する上での技術的事項を定め、需要家先における固体高分子形燃料電池の安全性と利便性を確保することを目的としている。

b．適用範囲

定置用及び可搬用で定格出力 20 kW 未満、交流出力 220V 以下の固体高分子形燃料電池システムであり、運転形態としては、系統連系・自立運転又は系統に連系しない独立運転の発電専用システム又はコージェネレーションシステムを適用範囲としている。また、自主基準を定める上でシステムにおける装置等を区分すると図 2-2-5 のように区分される。

c．規程されている事項（図 2-2-5 参照）

・ 材料及び構造（第 2 章）

製品の安全性を確保するため電源パッケージの内部と外部に分けて基準を定めている。

・ 熱回収装置および貯湯槽（第 3 章）

水配管系、熱回収装置及び貯湯槽について基準を定めている。

・ 設置（第 4 章）

電源パッケージの設置及び電気工事・配管工事について定めている。

・ 電力系および絶縁性能（第 5 章）

電力変換装置部の電氣的構成に関しては、J I S C 8980 小出力太陽光発電用パワーコンディショナーに準じている。さらに絶縁抵抗、絶縁耐力、設置及び電気配線工事について定めている。

・ 保護（第 6 章）

地絡・短絡事故等からの保護、漏電遮断器、受電点の遮断器、運転状態の表示、非常停止装置の設置等を定めている。

・ 保守・点検（第 7 章）

竣工時点検、日常点検、定期点検、災害時点検の 4 種類に分類し定め、さらにメーカーが定める周期での部品交換を保守点検要領例として示している。

- ・ 表示および取扱説明書（第 8 章）

製品表示、操作表示、取扱注意表示、部品交換時期の表示について定めている。取扱説明書については、記載項目を定めるとともに、安全に留意した内容のものの添付を義務付けている。

- ・ 試験及び検査（第 9 章）

日本ガス協会で実施している定置用ミレニアム事業において検討されている内容を主体に、燃料電池システムの試験及び検査を実施する場合の基本的な試験条件、ガス燃焼試験、温度上昇試験、安全装置確認試験、排ガス測定試験等の安全性・環境性を確認する試験方法と電力出力試験、発電効率試験、排熱回収試験等の性能試験方法も定めている。

d . 今後の展開

J E M A の燃料電池発電標準化委員会は、この自主基準をベースに小型燃料電池システムの J I S 化に向けた検討を開始する計画である。

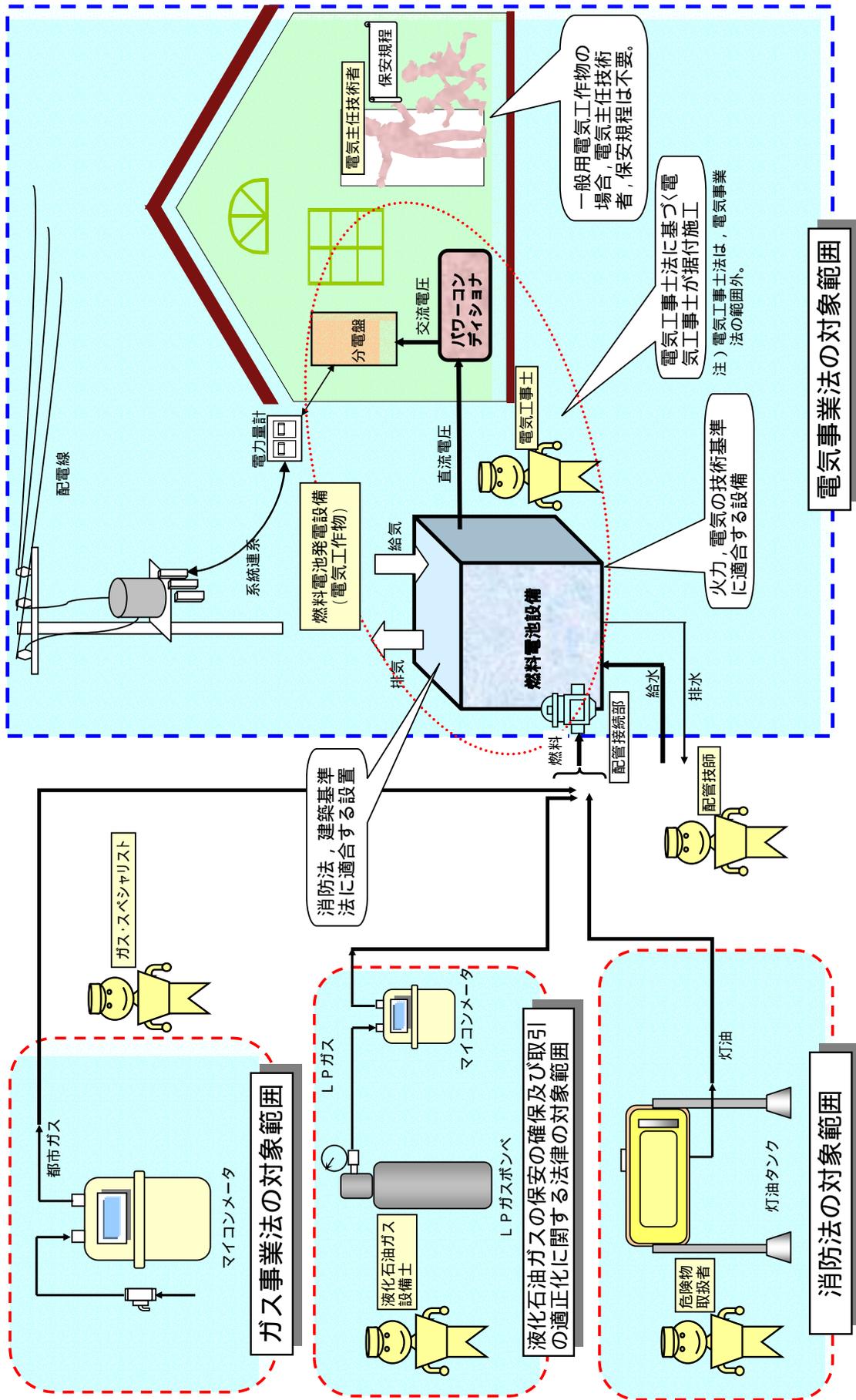


図2-2-2 家庭用燃料電池に適用される法規制の概念図

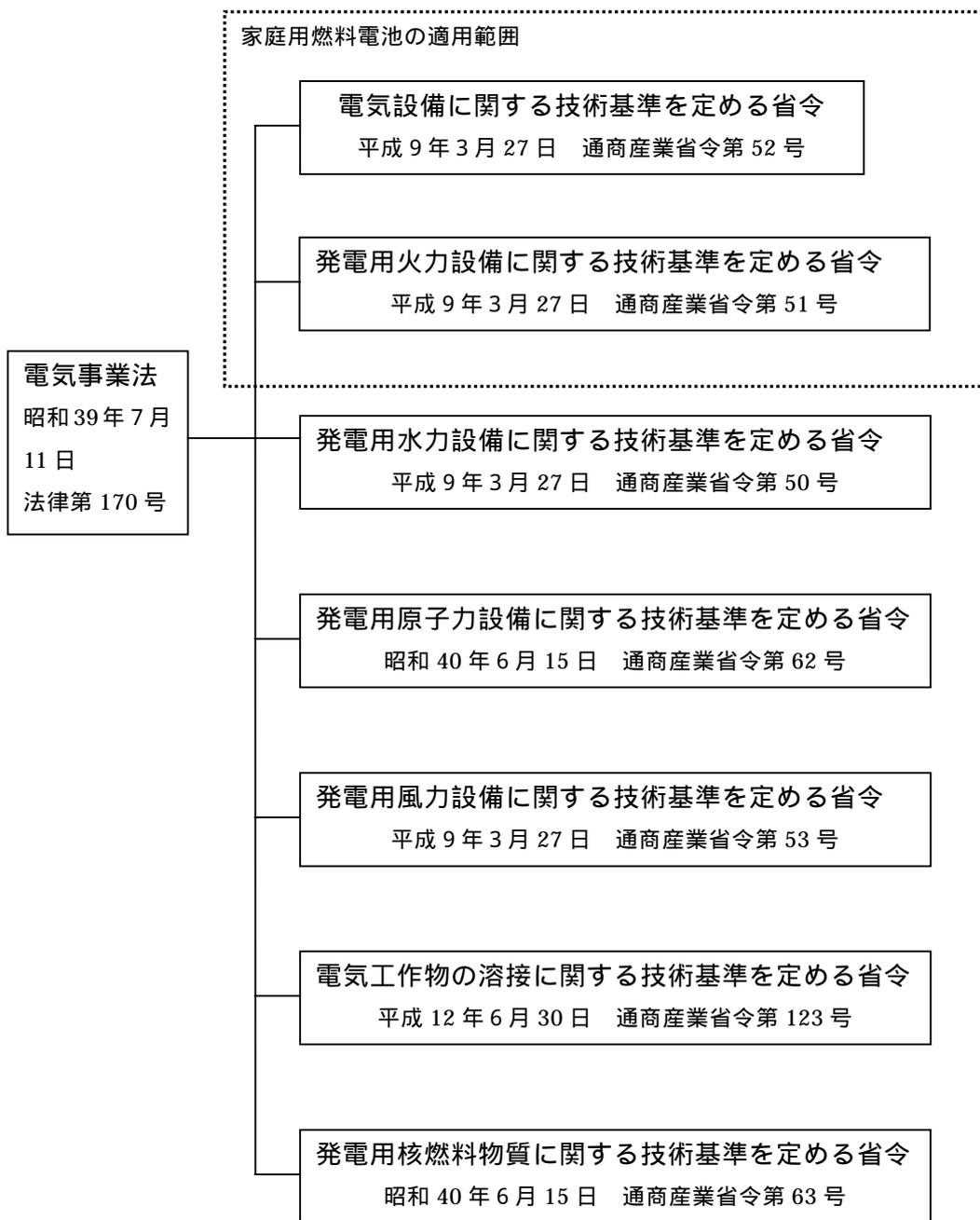


図 2-2-3 電気事業法に基づく電気工作物の技術基準

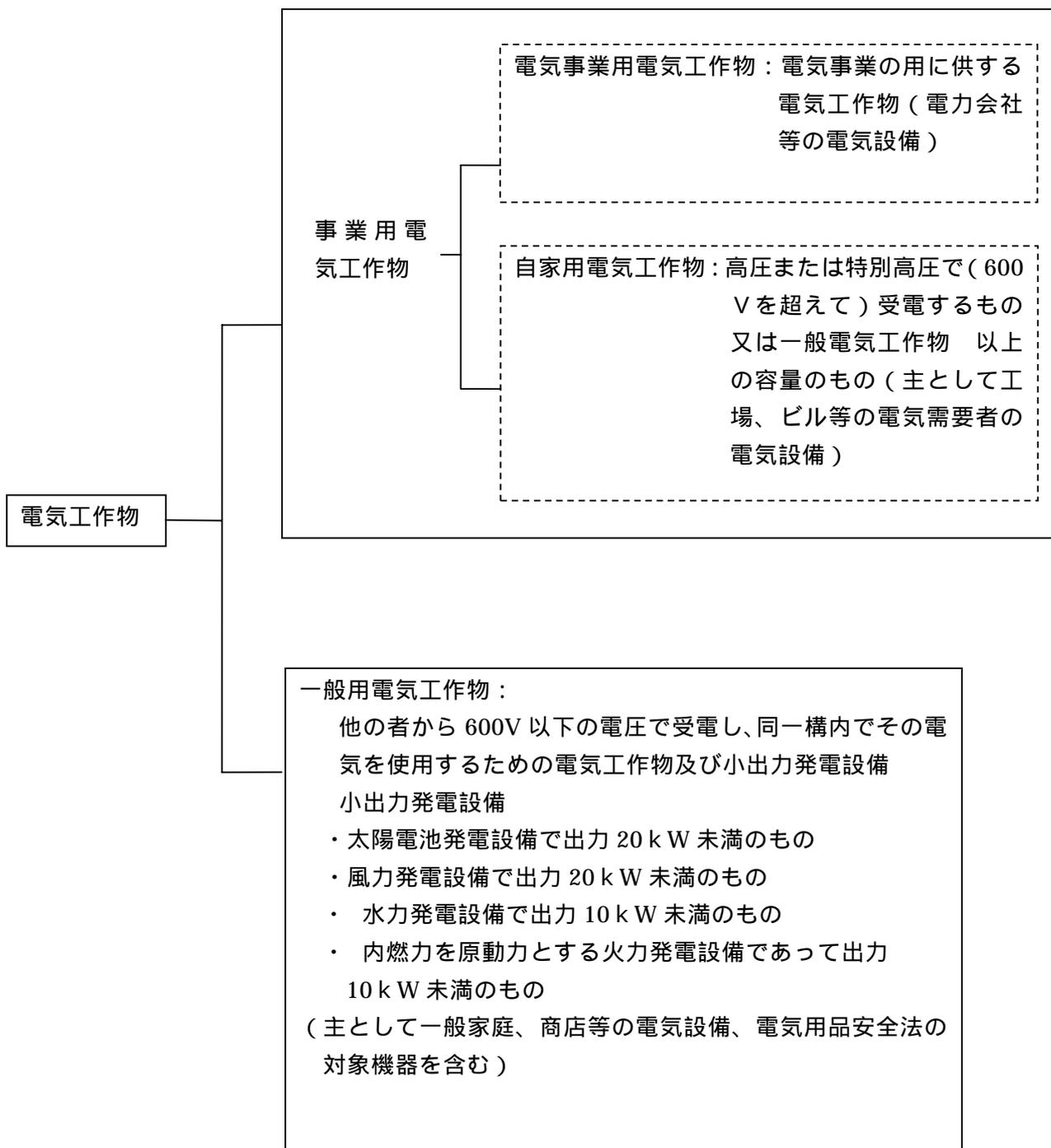


図 2-2-4 電気事業法における電気工作物の分類

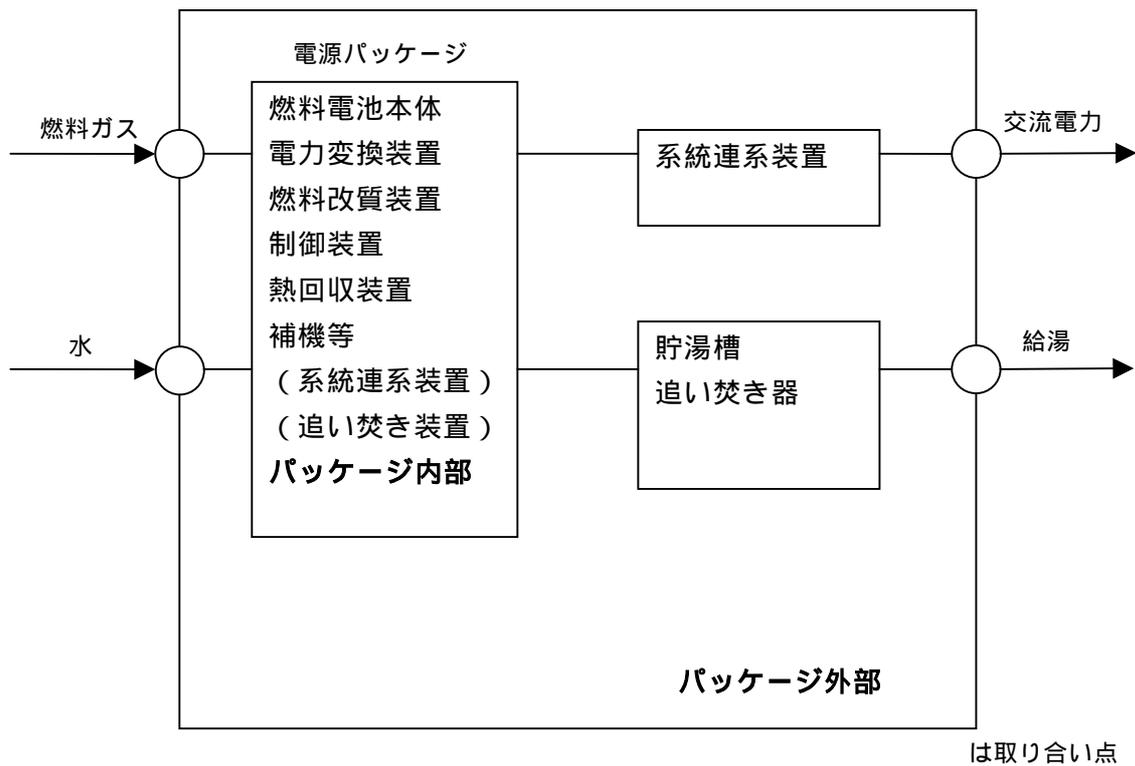


図 2-2-5 自主基準を定める上でのシステムにおける装置等の区分

パッケージ内部とは電源パッケージの内部に収容された装置・機器等のことをいう。
 パッケージ外部とは電源パッケージの外に設置された装置・機器等のことをいう。

発電専用の場合は熱回収装置や貯湯槽が不要であり、独立運転の場合は系統連系装置が不要となる。

開発段階のため電力変換装置・系統連系装置や給湯用の追い焚き器等の装置が電源パッケージ内・外のいずれに設置されるのか定まっていない。

2.3 定置用燃料電池に係る海外の規格等

添付資料 3 に海外の燃料電池に関する規則及び基準の検討に係る組織の一覧を示す。これらの組織のうち、定置用燃料電池に関係する組織の動きとして、IEC（国際電気標準会議）と米国の関係組織の状況を下記に示す。

定置用燃料電池の国際標準に関わる委員会として、1998 年に IEC（国際電気標準会議）のなかに燃料電池規格の委員会 105（TC105）が設立され、2000 年 2 月に開催された第 1 回国際会議において以下の取り決めがなされた。

定置用、移動用、ポータブルなどの全ての適用形態に係る燃料電池の国際標準を準備する。

燃料電池の種別は区分せず、全てを対象にするように努める。

現在、10 部門のWGにより、燃料電池に関する専門用語や燃料電池モジュール、定置型燃料電池発電設備（安全性、テスト方法、設置方法）、推進器及び補助電源装置用としての燃料電池、ポータブル燃料電池に関する内容が継続的に検討されている。

米国における定置用燃料電池の規格については、ANSI（米国規格協会）のメンバーで公認の規格制定機関である CSA（カナダ規格協会）アメリカが、主要な燃料電池規格である“ANSI Z21.83.1998：燃料電池発電所”の作成を担当している。さらに CSA は、国家規格とみなされている“CSA FC1-200x：定置用燃料電池システム”の作成にも携わっている。この FC1 には出力 10MW 未満で、水素ガス、ガス状または液状の炭化水素燃料、亜鉛微粒子を用いたパッケージタイプの定置型燃料電池の安全な稼働や組み立て、性能に関する規程が盛り込まれている。同様に NFPA（全米防火協会）は、“ANSI / NFPA853-2000”の見直しを行い改訂版（NFPA853-2003 年版）を作成した。これも、単体の内臓型パッケージタイプ発電ユニット、複数の内臓型パッケージユニットの組合せ、複数の工場で調整されたモジュールからなる発電ユニットなどを用いる定置型燃料電池の導入時に適用される予定である。

さらに CSA アメリカが現在作成中の規格に、“CSA FC2：住宅用燃料電池発電装置”と“CSA FC3-200x：ポータブル燃料電池発電システム”がある。非営利組織の Fuel Cells 2000 によると、住宅用燃料電池は、地域の送電網に接続されて補助電力として電力を供給することや、送電網のない地域で電力を供給することができるとしている。また CSA FC3-200x は、出力が 600V 以下の屋内用と屋外または両用のポータブル燃料電池発電に適用されるとしている。

ANSI のメンバーである UL（損害保険者研究所）は、燃料電池の周辺分野に関する規格を管理している公認の機関である。現在、UL は“UL2265-200x：電気機器用燃料電池発電装置の導入の安全性に関する規格”を検討中で、燃料電池に使用するコードやプラグ、また交換用燃料電池のケーシングに組み込まれるターミネーションコネクタ等の電気機器に接続できる燃料電池に関する規格を扱っている。