

一般社団法人マグネシウム循環社会推進協議会

応用部会検討報告 ～Mg循環社会の経済合理性の検証に向けて～

2018年10月30日

応用部会

- ・Mg循環社会のコスト試算、経済合理性の検証は可能か？
 - これまでの試みは成功していない。何故か？
 - 社会全体のエネルギーが、循環するMgで供給されるという概念図の検証であった。
 - 概念図の検証は根拠の希薄な推定条件の塊**に他ならない。
 - そこから導かれる結論は信ぴょう性が低いだけでなく、**そもそも高価な電気代のために採算性が成り立たない**ことは一目瞭然である。
 - 「実現は不可能」という結論以外は出て来ない。

- ・Mg循環社会の経済合理性の検証方法は正しかったか？
 - Mg循環社会の発展シナリオはいきなり社会全体においてMgが循環する社会として始まるのではない。
 - エネルギーキャリアとしてのMgは、いくつかの**具体的な局面において社会に貢献するところから始まり発展する。**
 - 個別の**貢献シーンにおけるビジネスモデルを検討し、その個別の合理性が検証されるべきである。**

- ・エネルギーキャリアとしてのMgが成立するための最大の課題は？
→最大のコストである電気代の問題がクリアされること。
- ・電気代の問題はどうすればクリアできるか？
→余剰電力や未利用電力を探すこと。では、何があるか？
→1)再生可能エネルギー発電所で生じる余剰電力
2)遊休設備となっている中小水力発電所の未利用電力
3)ゴミ焼却場の排熱で発電した電力の有効活用

- ・前述の余剰電力等はどうすれば活用できるか？
 - オンサイトでMgの酸化還元の循環サイクルを回せるシステムを構築する。
 - その電力を用いて、マイクロ波製錬装置によりMgの製錬を行う。
 - 発電所でオンサイトで製錬するので、送電コストが節約できる。
 - Mg製錬に供給する電力の電気代はその生産コストをどう考えるかによるが、いずれにせよ本来は利用されない電力の活用であり安価に設定されることが必要。

Mg 製錬 = エネルギー貯蔵

・事業スキームはどのようなものになるか？

→1)事業に適した広さのエリアの中心に「地域拠点」を置く。

2)地域拠点は事業地域内のあらゆる種類のMg製錬施設(発電所)の「サポート工場」としての機能を持つ。

3)地域拠点を中心とした事業の流れは下記のようになる。

【工場機能】

-1.地域拠点がMg製錬用原料ペレットを製造し、発電所に供給する。

-2.発電所は余剰電力等を用いてMg製錬を行う。

-3.生産した金属Mgはサポート工場が回収し、難燃性合金化する。

-4.再生可能エネルギー発電所で出力調整を行う場合は、上記

-3.の合金を発電所に戻し、Mg発電装置で発電する。

-5.発電で使用済みのMg酸化物は工場が回収して、ペレット製造に用いる。

-6.構造材で使用済みのMg合金も回収して、リサイクルを行う。

【販売機能】

-1.難燃性合金、金属Mgを需要者に販売する。

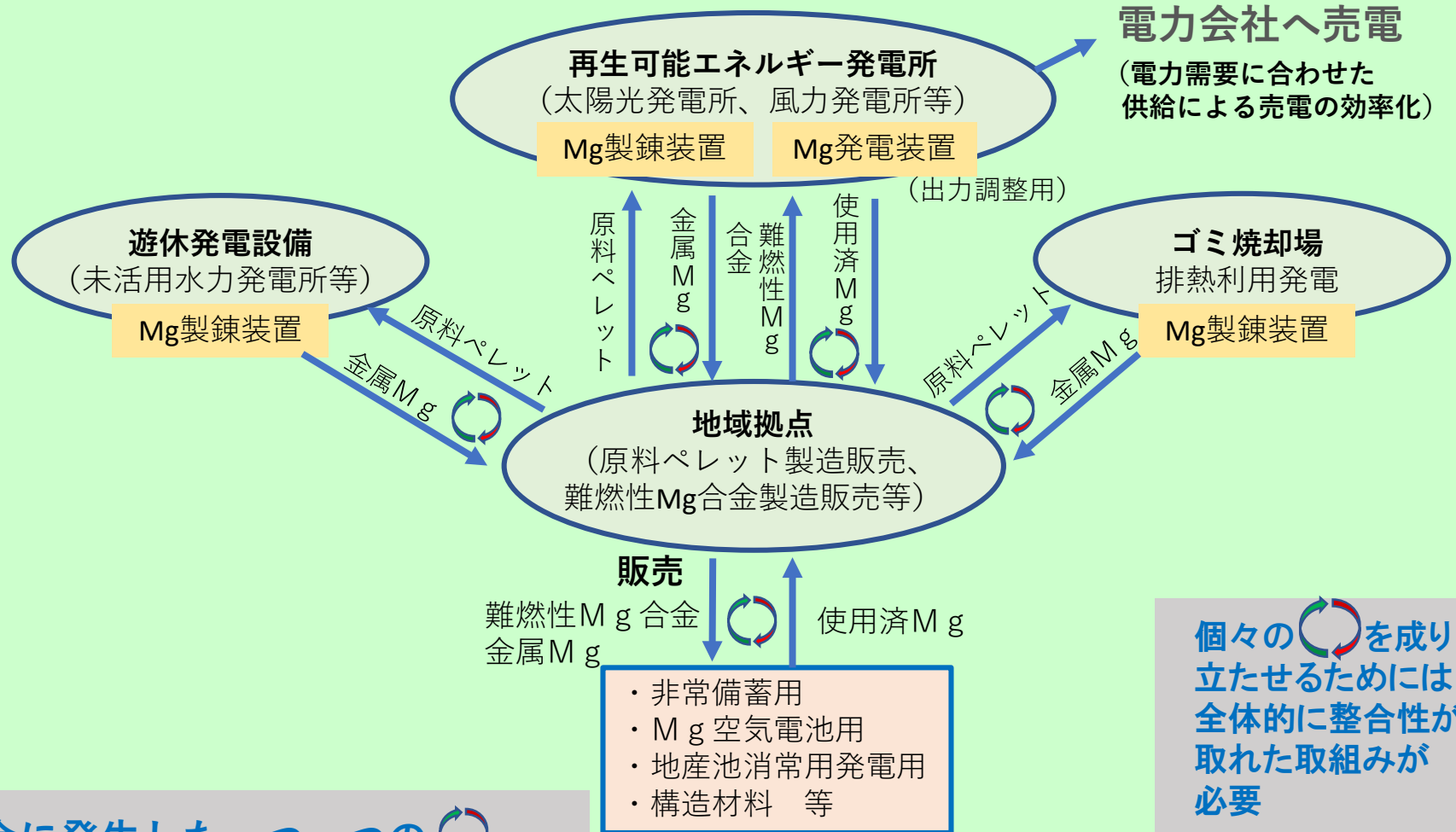
【管理機能】

-1.事業スキーム全体が円滑に稼動するべく循環を管理する。

4)地域拠点は、自らが必要とする電力はクリーンな再生可能エネルギーを用いる。

・Mg循環社会推進協議会が国の支援の下に主体となって運営するのが望ましい。

事業スキーム



個々の🔄を成り立たせるためには
全体的に整合性が
取れた取組みが
必要

社会に発生した一つ一つの🔄
の総和がMg循環社会を形成する

・スキームを成立させるための構成要素の技術開発の課題

- ①マイクロ波Mg製錬装置 ……製錬部会
- ②ペレット製造装置(新原料、リサイクル) ……製錬部会
- ③難燃性Mg合金製造装置(新原料、リサイクル) ……合金部会
- ④Mg発電装置 ……電池部会
- ⑤還元剤製造装置 ……製錬部会

・太陽熱利用など他の技術と共通する課題は連携して解決に当たる。

・経済的目標設定

→国産金属Mgの価格が中国からの輸入品と同程度以下になること。

(kg当たり**250円以下**)

→コスト的にも資源の安全保障的にも**中国依存から解放**される。

→構造材料分野の企業によるMg採用検討が可能となり、
需要と国内流通量が増大する。

・今後はMgの利用拡大に向けて、日本マグネシウム協会、
NEDO、ISMAなどとの連携が重要になる。

- ・社会への普及は下記のような流れになると考えられる。
 - 国産金属Mgの価格が目標レベルに達すると、まず構造材料分野での需要が増大し、日本社会におけるMgによるエネルギー備蓄量が増大する。
 - 自動車分野では自動運転等から事故が減少し、省エネのために軽量化へ。
 - Mg合金のリサイクルが盛んになり、リサイクルコストが下がる。
 - リサイクルコストがkg当たり25円程度になればMg電池による電力が一般電力と互角の経済性を持つようになり、Mg電池が独り立ちして普及する。
 - 自動車などの動力用としてのMg電池の発展普及も進む。
 - 非常用のみならず、スマートシティ等における地産地消の常用発電用としても普及する。
 - 再生可能エネルギー発電所での出力調整用の用途も次第に増加する。蓄電物質としてのMgの価値が高まり、再生可能エネルギーの継続的発展を促す存在となる。

- ・再生可能エネルギーを継続的に発展させていく上では、需要と供給のマッチングが課題であり、その問題を解決するには、巨大な蓄電池か壮大な送電網が必要であり、どちらも巨額の費用を要することが障害となっている。
- ・Mg循環システムの技術により、再生可能エネルギー発電所においてオンサイトで出力調整対応が可能になれば、巨大な蓄電池も壮大な送電網も必要ない。**再生可能エネルギーが発展する上での障害が取り除かれ継続的に発展する道が開ける。**
- ・再生可能エネルギーの継続的発展という難問をジグソーパズルに譬えれば、**ラストワンピースはマグネシウム**である。
- ・Mg循環社会は、全てのエネルギーがMgによって供給される社会という意味ではない。あらゆる再生可能エネルギーやエネルギーキャリアがそれぞれの得意の分野で活躍し、Mgもその長所が生かせる場で活躍する。更に、Mgは上述の通り、再生可能エネルギーの効率的利用に貢献し、継続的発展の鍵となる重要な役割を果たすであろう。



- ・Mg循環社会の創出のためには、経済合理性を持つMg製錬技術と装置の開発が急務である。
- ・ドロマイトとフェロシリコンを原料とした方法は、フェロシリコンがkg当たり150円程度と高価であるために、採算性が成り立たない。また、フェロシリコンでは中国依存からの脱却もできない。
- ・代案として、まったく異なる原料を用いる東北大学の原料処理技術と東京工業大学のマイクロ波製錬技術を組み合わせた方法が考えられる。この方法であれば、国内で安価に調達できる可能性があると考えられる。早急に、この方法の実現にチャレンジする。

CE(サーキュラーエコノミー)

- ・2015年にEU委員会がCE政策パッケージとして発表したヨーロッパの成長戦略
- ・デジタルと環境の二つが融合して作られた国家的競争戦略
- ・地球の資源利用を効率化するために売り切り型のビジネスモデルから循環型のビジネスモデルへの転換を求める政策
- ・今までの作って使って捨てる線形型の経済(リニアエコノミー)を動脈・静脈に譬えると、CEはあらゆる所に循環が存在する毛細血管型の循環システム
- ・デジタル型のプラットフォームビジネスにより製品がサービス化され、管理されていく。製品はこれまでの売り切り型の製品とは設計、販売、回収、再生などのあり方が変わり、製品の設計・製造に大きく影響

CE(サーキュラーエコノミー)

- ・今までの製品そのものの価値、所有価値から、これからは機能価値、利便価値、サービス価値といった使用価値への価値観の転換が進む
- ・循環を回す企業(循環プロバイダー)がイニシアチブを握っていく世界になる
- ・欧州はCEの国際標準化を狙っている。その次は第三者認証ビジネス化して有利に展開、覇権を目指す(アメリカとの主導権争い)
- ・CEを企業活動の中心に据えないと未来が来なくなるとまで言われる



- ・CE → 既存産業のCE化を目指している
- ・Mg循環社会 → **CE型の新たな産業の創出**を目指そうとしている

Mg循環社会という目的地までの道程においては、私たちはまだ出発前の準備期間にあり、アカデミアで旅に必要な技術の研究をしている段階です。まだ建設地にも到着しておりません。キャラバン隊の行く手には実用化段階という死の谷の砂漠が控えており、これを越えてやっと建設地にたどり着きます。しかし、そこはオアシスではなく、ただの荒地です。そこを開拓して夢の楽園を創り上げねばなりません。

私たちは今までオアシスの話ばかりして来ました。そろそろ旅の具体的な計画の話し合いをいたしましょう。

本報告書は、協議会の法人化に伴い新たに応用部会を立ち上げるに当たり、協議会の目指すべき方向性についてメンバーが考え方を共有できるように応用部会として一つの考え方をまとめたものです。それはまだ旅の地図の原型にすぎません。これをベースに議論が深まり、更なる発展へとつながることを期待します。

2018年10月

応用部会

- **原料ペレット**：還元反応を促進するために、製錬用原料の粉末を団子状に固めたもの。団鉱ともいう。
- **難燃性合金化**：製錬装置で還元したマグネシウムを用いて空気一次電池あるいは発電機で長時間安定的に発電するには難燃性マグネシウム合金にする必要がある。
- **使用済みMg**：マグネシウム空気一次電池の発電後、マイナス極が $Mg(OH)_2$ となった状態のもの。
- **金属Mg**：マグネシウムの酸化物(MgO)を製錬(還元)して得られたマグネシウム(Mg)を、酸化物と明確に区別するために「金属マグネシウム」と呼ぶ。
- **還元剤製造装置**：マイクロ波還元装置だけでなく、還元剤の製造装置およびその周辺機器の開発も必要になる。
- **ISMA**：新構造材料技術研究組合(Innovative Structural Materials Association, 略称:ISMA)
- **新マイクロ波還元法**：従来のピジョン法がドロマイトとフェロシリコンを用いていたので、これらの原料を用いたマイクロ波による還元法は「マイクロ波ピジョン法」と名付けられたが、新たに提案する方法は全く異なる原料と還元剤を用いるためピジョン法に由来する訳ではないので、仮に「新マイクロ波還元法」と呼ぶ。