

特集 《バイオ・ライフサイエンス》

バイオ分野におけるグリーンエネルギー関連技術に関する特許面からの調査、研究及び提言

平成 25 年度バイオ・ライフサイエンス委員会第 4 部会

稲井 史生, 平山 晃二, 崎山 潤一, 大島 浩明

要 約

平成 25 年度バイオ・ライフサイエンス委員会第 4 部会では、バイオ分野におけるグリーンエネルギー関連技術として、バイオマスエネルギー技術の調査を行った。生物の同化過程により生産されるバイオマスを燃料資源として利用するいわゆるバイオマスエネルギー技術は、次世代エネルギー技術として産業界で注目を集めている。バイオマスエネルギー技術は、とうもろこし等の食糧作物から燃料を製造する第一世代技術、草本系または木質系セルロースを炭素源とする第二世代技術、さらに微細藻類を用いた第三世代技術に分類される。なかでも、第三世代技術は、実験室レベルで第一世代および第二世代と比較して格段に高効率なエネルギー生産を達成できることが示されており、その実用化を見据えた技術開発、政府支援の動きが活発となっている。

今回は、第三世代バイオマスエネルギー技術に関する近年の我が国における特許出願の状況を調査、検討し、現在の国内外の主要な出願人の動向や、今後当該技術分野においていかなる展開が予想されるかについて考察することとした。

目次

1. はじめに
2. 調査方法
3. 調査結果
 - (1) 日本国出願人（大学、個人を含む）および外国出願人の出願件数推移の比較
 - (2) 出願人別統計
 - 1) 日本国法人（大学を除く）
 - 2) 大学
 - 3) 個人
 - 4) 外国法人
 - (3) 全出願人の出願動向のマップ
4. 考察
5. まとめ

1. はじめに

近年、生物の同化過程により生産されるバイオマスを燃料資源として利用するいわゆるバイオマスエネルギー技術は、次世代エネルギー技術の有り方を示すものとして、産業界で注目を集めている。特に、化石燃料に依存していた従来型のエネルギー技術において、地球温暖化や燃料資源の確保等の問題から行き詰まりが懸念される昨今、環境負荷の少ない持続可能なバイオマスエネルギー技術の確立は極めて公益性の高い重

要な課題である。

当初、バイオマスエネルギー技術は、とうもろこし等の食糧作物から燃料を製造する技術（第一世代技術）が主体であったが、近年になって、食糧と競合しない草本系または木質系セルロースを炭素源とする第二世代技術、さらに植物よりも格段に炭素同化効率が高く集約的なエネルギー生産が可能となる微細藻類を用いた第三世代技術が提唱されるに至り、従来型のエネルギー技術に代替するに足る規模、品質を保証するバイオ燃料の安定供給を実現するべく、各国で精力的な研究開発が進められている⁽¹⁾。とりわけ炭素供給源として微細藻類を利用する第三世代バイオマスエネルギー技術は、従来の第一世代および第二世代と比較して格段に高効率なエネルギー生産を達成できることが実験室レベルで示されており、その実用化を見据えた様々な技術開発が近年にわかに勢いを増している⁽²⁾。例えば米国では、2009年に米国エネルギー省が藻類関連のプロジェクトに合計で8500万ドル規模の融資を行うことを発表している⁽³⁾。

平成 24 年度バイオ・ライフサイエンス委員会第 5 部会では、いわゆる第二世代バイオマスエネルギー技術に関する日本国への特許出願を調査した。主要出願

人の特許出願を抽出し、出願人毎のマップを作成した。結果、第二世代バイオマスエネルギー技術に関する出願が、バイオプラント装置の発明から変異微生物や酵素の発明まで、マクロからマイクロまで発明が多岐にわたっていることが判明する等の成果を挙げた。

グリーンエネルギー関連技術に関する調査を行うにあたり、上述のとおり、近年第三世代バイオマスエネルギー技術の開発が勢いを増しており、今後のバイオマスエネルギー技術を考える上で第三世代バイオマスエネルギーがより重要な位置を占めることが予想された。このため、平成 25 年度バイオ・ライフサイエンス委員会第 4 部会では、次世代燃料資源として注目を集めている第三世代バイオマスエネルギー技術に関する近年の我が国における特許出願の状況を調査、検討することにより、現在の国内外の主要な出願人の動向および技術開発のトレンドを読み取り、我が国における第三世代バイオマスエネルギー技術の開発がどの段階にあり、今後当該技術分野においていかなる展開が予想されるかについて考察することとした。

2. 調査方法

まず、調査の対象となる出願人のリストアップを行った。対象とした出願人は以下の通り。

- ・独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発事業の、微細藻類由来バイオ燃料製造技術開発の委託先。
- ・米国エネルギー省発行の藻類バイオ燃料ロードマップに記載の企業。
- ・藻類についての IPC, 「C12N1 / 12」に分類される出願で、第三世代バイオマスエネルギー技術に関連すると思われる出願の出願人。
- ・その他、各委員で重要であると判断した出願人。

リストアップの結果、日本国法人 (大学を除く) 45, 大学 17, 個人 7, 外国法人 24, の合わせて 93 出願人を対象に特許出願を調査した。出願日が 1995 年以降の出願について、特許電子図書館の公報テキスト検索にて「公報全文 (藻)」の条件で検索を行い、特許公開公報について調べた。これらの中で、藻類により炭化水素を生産する技術に関する発明についてピックアップし、各出願人、出願につき下記①~4 の事項をまとめた。

- ①その出願人の、研究・業務内容の俯瞰的位置づけ

及び／又は技術的特徴。

- ②発明の技術内容の分類。

- A : 藻類自体の改良
- B : 藻類の培養条件, 培養装置
- C : 藻類の回収, 脱水
- D : 藻類からの抽出, 変換

- ③各公報の明細書に、「燃料」の記載があるかどうか。

- ④各公開公報の書誌に、【国等の委託研究の成果に係る記載事項】があるかどうか (例: 特開 2012 - 249608)。

なお、本調査は、調査時点 (2013 年 8 月) で公開されていた出願を対象としている。

3. 調査結果

(1) 日本国出願人 (大学, 個人を含む) および外国出願人の出願件数推移の比較

図 1 を参照すると、日本国出願人による出願は、1999 年に小さなピークがあり、その後減少した後、2009 年以降急激に出願が増加している。「燃料」の記載がある出願に限定すると、前半のピークは小さくなるが、同様の傾向がみられる。「燃料」記載のないものは、不飽和脂肪酸の生産など、食品への応用を意図したものであった。

1990 年代にも少数ながら燃料記載のある出願が存在する。日本では、1973 年のオイルショック後、石油代替エネルギーについての研究が広く行われてきた。例えば、旧通商産業省工業技術院主導による新エネルギー研究に対する政策「サンシャイン計画」(1974 年~1992 年)、「ニューサンシャイン計画」(1993 年~2000 年)である⁽¹⁾。ニューサンシャイン計画には、「細菌・藻類等利用二酸化炭素固形化・有効利用技術研究開発」というテーマもあり⁽⁴⁾、上記の出願はこのような流れに沿ったものであると考えられる。

2009 年以降の出願の増加については、2005 年に発効した京都議定書および同年に経済産業省より発表された新エネルギー技術開発プログラム⁽⁵⁾、さらにそれを受けて 2008 年に NEDO より発表されたエネルギーイノベーションプログラム基本計画⁽⁶⁾を受けたものと思われる。また、米国にて 2007 年に制定されたエネルギー独立・安全保障法 (Energy Independence and Security Act.) を受けて、藻類バイオマスに関する研究が加速したことも少なからず影響があったと思われる。

る。なお、平成 22 年度より NEDO により「戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発事業」が開始され、藻類バイオ燃料に関する事業が採択されていることから、今後さらに出願は増加すると考えられる。

これに対し、外国出願人では、1997 年に小さなピークがあり、その後減少し、2007 年以降に出願が急激に増加する。1997 年は、イーストマン ケミカル カンパニーとヒストプロカデス・ベスローテン・フェノートシャップが 3 件ずつ出願しているが、いずれも同じシリーズを 3 件提出しているだけである。また、内容も、藻類の回収、藻類からの抽出に一般的に用いることが可能な技術ではあるが、食品・化粧品への利用を意図するものであった。

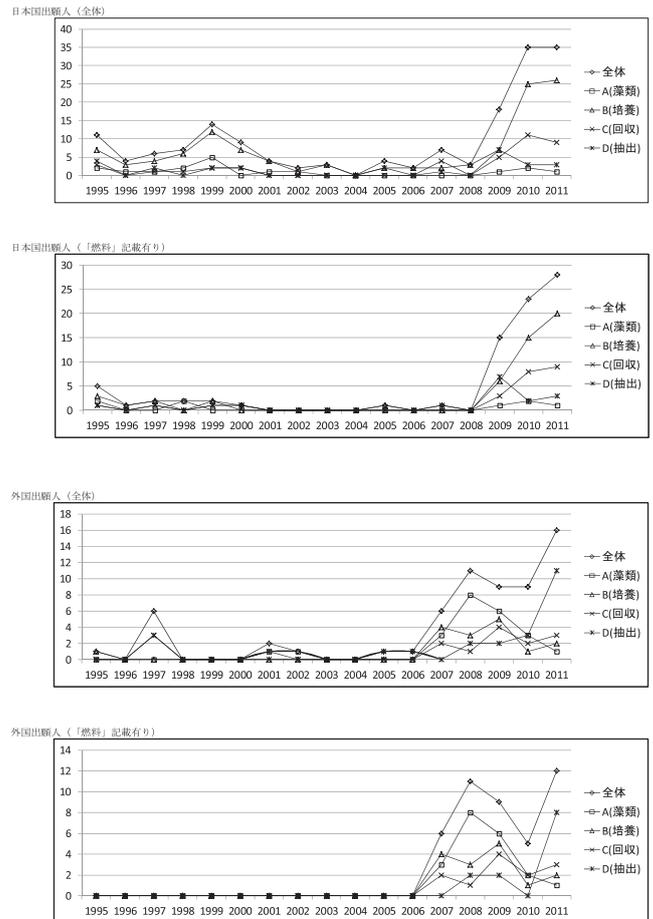
「燃料」の記載がある出願に限定すると、2006 年以前は 0 件であり、2007 年以降に出願が急激に増加する。これは、上述したエネルギー独立・安全保障法の制定を受けたものと考えられる。また、2010 年に一旦落ち込むが、2011 年に再度上昇する。これは、2009 年米国再生・再投資法 (American Recovery and Reinvestment Act) を受けて、米国エネルギー省が藻類関連のプロジェクトに合計で 8500 万ドル規模の融資を行うことを発表したこと、藻類バイオマスのロードマップを発表したこと、等に関連すると思われる。

なお、米国エネルギー省は、2013 年 1 月に、藻類バイオ燃料関連の技術に対して追加で 1000 万ドル規模の融資を行うことを発表している⁽⁷⁾。

1990 年代は、外国出願人による特許出願がほとんどなく、日本が世界に先駆けて藻類バイオ燃料に関する研究を行い、特許出願を行っていたことが読み取れる。そして、2000 年代前半までは日本出願人、外国出願人ともに藻類バイオ燃料に関する特許出願がされない状態が続く。その後、外国出願人では 2007 年から藻類バイオ燃料に関する出願が増加したのに対し、日本国出願人は 2009 年から出願が増加している。従って、外国にちょうど 2 年遅れる形で特許出願が再開されたことが読み取れる。

あくまで日本国への出願に限定されるうえ、出願内容も精査していないので、先になされた外国出願人による特許出願によって、日本国出願人による特許出願の権利化が困難な状況が発生しているかどうかは不明であるが、特許出願件数の遅れは、日本の藻類バイオ燃料に関する研究の遅れを反映していることが予想される。

図 1：出願件数推移の比較



(2) 出願人別統計

1) 日本国法人 (大学を除く)

藻類バイオマス関連の出願を行っている出願人が 32 ヒットした。出願件数全体では、財団法人地球環境産業技術研究機構 (22 件)、株式会社 IHI (21 件)、住友重機械工業株式会社 (17 件)、三菱重工業株式会社 (17 件)、東京電力株式会社 (13 件) の順に多かった (図 2)。ただし、上述のように、2007 年以降とそれより前で出願が分かれる傾向があったので、2007 年以降に限定すると、株式会社 IHI (19 件)、株式会社デンソー (12 件)、東京電力株式会社 (11 件)、富士フィルム株式会社 (9 件)、JX 日鉱日石エネルギー株式会社 (8 件) の順となった (図 2)。

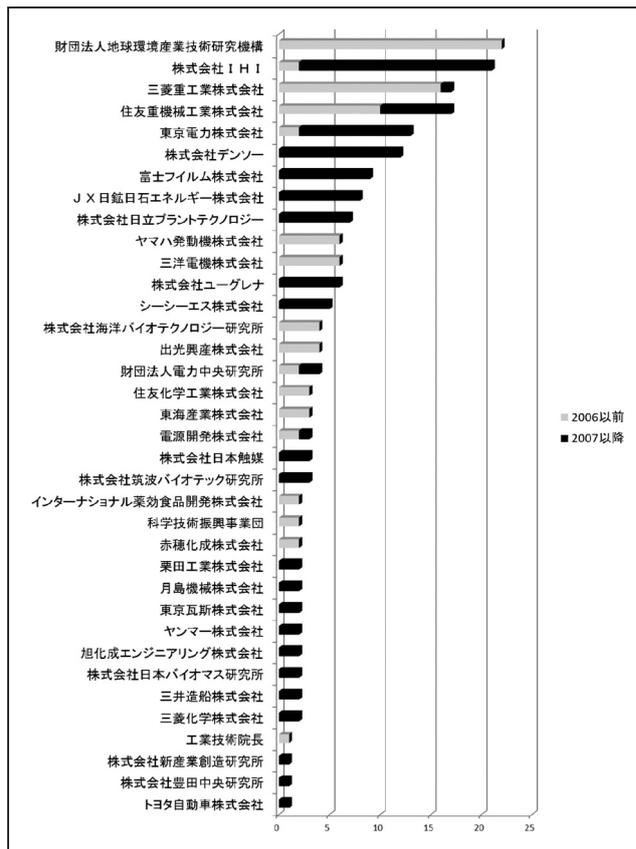
なお、国からの委託事業による出願として、ユーグレナ、日立プラントテクノロジー、JX 日鉱日石エネルギー 3 社による共願 1 件 (独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「バイオマスエネルギー技術研究開発/戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発事業 (次世代技術開発) / 微細藻由来のバイオジェット燃料製造に関する要素技術の研究開発」)

委託研究)、デンソー、中央大学の共願2件、およびデンソーによる単独出願4件(いずれも、農林水産省、革新的なCO₂高吸収バイオマスの利用技術の開発委託事業)があった。委託事業による出願数が予想よりも低く、しかも次世代バイオマスエネルギー利用技術開発事業に関する出願が1件のみという結果であった。ただし、この事業は平成22年~28年度の実施を予定しているものであり、今後出願が増加していくことが予想される。

これらのうち、A~D全分野に渡って出願を行っているのは、財団法人地球環境産業技術研究機構、三菱重工業株式会社であり、3分野に渡って出願を行っているのは、富士フィルム株式会社、住友重機械工業株式会社、東京電力株式会社、株式会社IHI、株式会社デンソーであった。

また、B(培養条件、培養装置)の分野に関する出願が最も多く、A(藻類自体の改良)の分野に関する出願が少ない。Aの分野に関する出願が少ない理由として、遺伝子組換え技術を用いて新規の藻類を作成しても、日本では実用化への試験を実施することが困難であることが考えられる。また、藻類にカロテノイド、脂肪酸を生産させる研究は以前からあったため、その関連で、藻類の改良はすでにある程度検討されていた可能性もある。さらに、日本ではもともと微生物をスクリーニングすることが活発に行われているため、藻類へのアクセスが比較的容易であるといったことも考えられる。なお、Bの分野に関する出願が多い理由としては、日本では藻類を培養する土地の確保が難しいといった事情があると思われる。

図2：出願件数(日本法人)



2) 大学

出願件数全体では、東京大学(4件)、東京農工大学(4件)、筑波大学(3件)、名古屋大学(2件)、中央大学(2件)の順であるが、総じて出願件数が少なかった(図3)。企業と共同出願している場合が多く、東京大学は東京瓦斯、東京農工大学は富士フィルム、筑波大学、中央大学はデンソー、名古屋大学はJX日鉱日石エネルギーとの共同出願がヒットした。NEDOの戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発事業に採択された大学として、他に高知大学、京都大学、慶應義塾大学、神戸大学等があるが、今回の調査ではヒットしなかった。上記事業が平成22年度~28年度の期間に実施されるものであり、まだ出願が公開されていない可能性もある。

なお、国からの委託事業による出願として、中央大学とデンソーの共願2件につき、農林水産省、革新的なCO₂高吸収バイオマスの利用技術の開発委託事業、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願との記載があった。

図3：出願件数（大学）

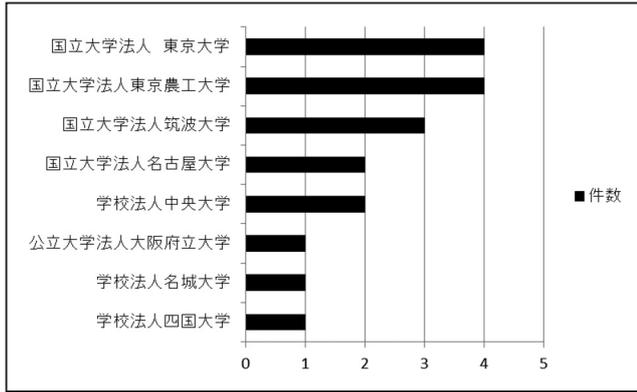
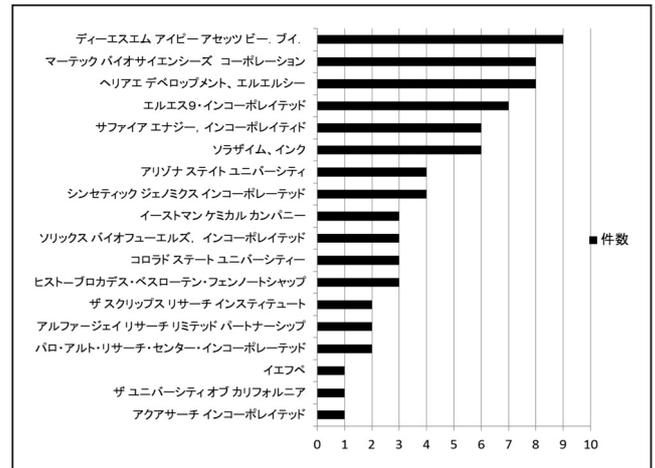


図4：出願件数（外国法人）



3) 個人

全体で6件と非常に少なく、ほぼ全てが培養条件、装置に関する発明であった。

4) 外国法人

出願件数全体では、ディーエスエム（オランダ）（9件）、マーテック（米国）（8件）、ヘリアエ（米国）（8件）、エルエス9（米国）（7件）、サファイアエナジー（米国）（6件）、ソラザイム（米国）（6件）の順に出願が多い（図4）。

年度別の詳細では、マーテックは多年にわたりコンスタントに出願しているが、他の出願人は2007年以降の出願が多い。

マーテック、エルエス9、ソラザイムは幅広い分野を網羅しており、特にA（藻類自体の改良）の分野に関する出願が多数ある。ディーエスエム、ヘリアエは、D（藻類からの抽出、変換）の分野に注力しているようである。日本国の出願人のように、B（藻類の培養条件、培養装置）の分野が突出しているわけではない。外国、特に米国では、培養のための土地の確保という問題が日本ほど生じないためであると思われる。

(3) 全出願人の出願動向のマップ

以下に今回調査した全出願人の、分野毎の出願傾向をまとめたマップを示す（図5、6）。図6のマップは、共願関係を反映したものである。

一見して、外国出願人が各分野にまんべんなく広がっているのに対し、日本国出願人の出願がB（藻類の培養条件、培養装置）の分野に偏っていることがわかる。

共願関係を反映したマップを参照すると、2006年以前は、財団法人地球環境産業技術機構を中心にした共願か、単独出願という構図であったのが、2007年以降は4～5のグループが形成されて出願していることがわかる。

また、大学の数は少ないが、2007年以降の主要なグループにはほぼ必ず大学が入っていることがわかる。

図5：分野別マップ

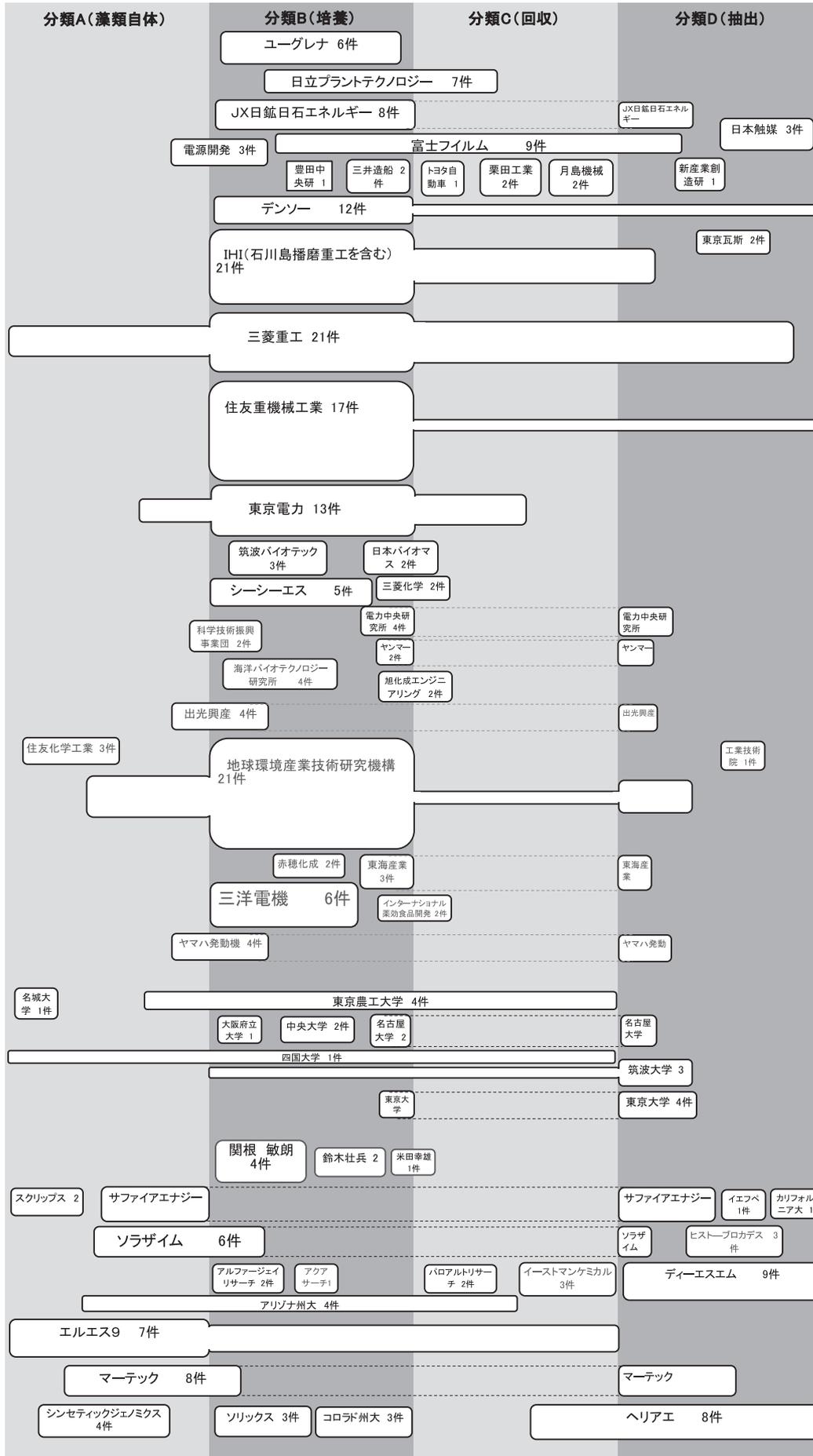
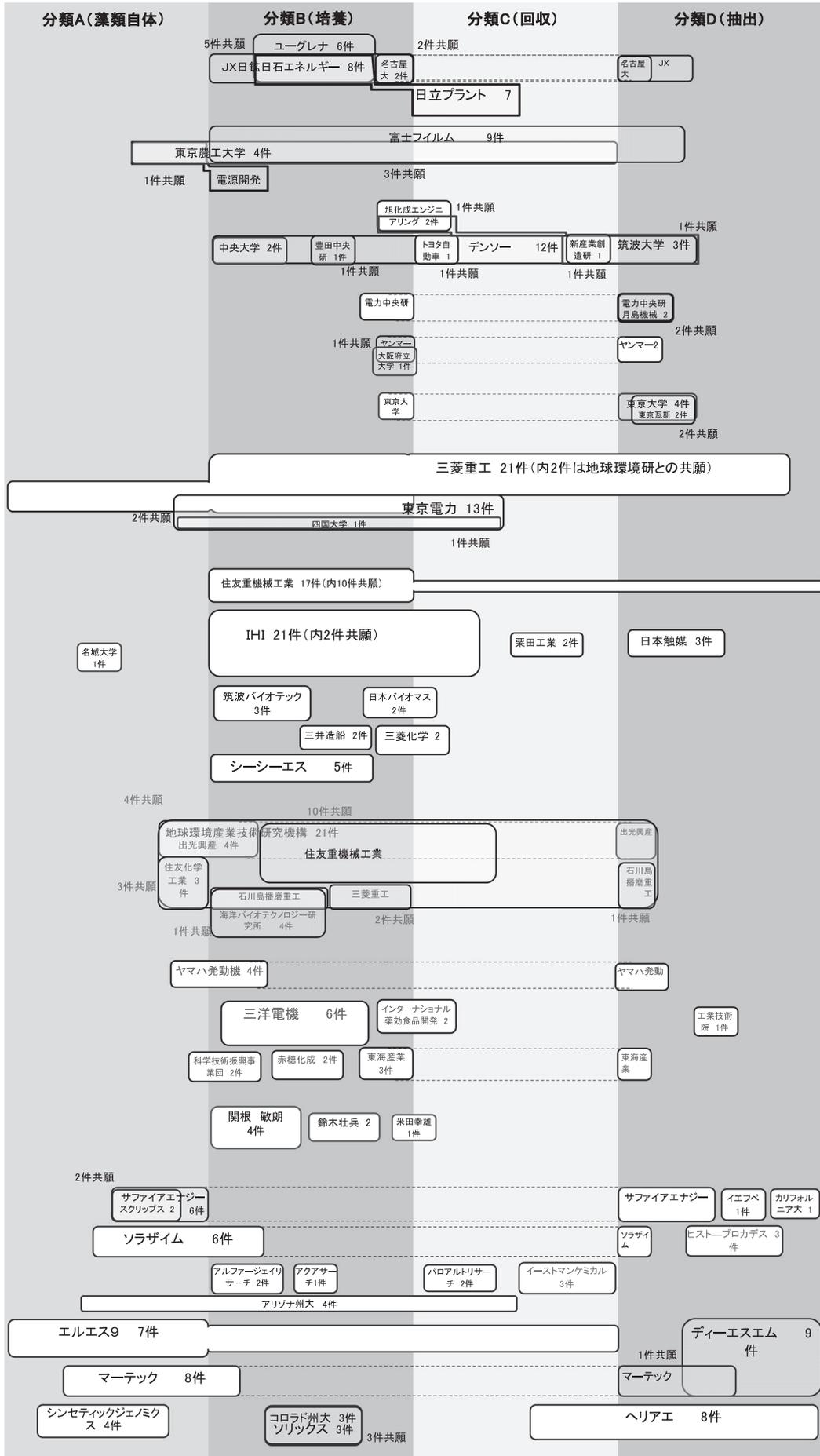


図6：分野別マップ（共願関係）



4. 考察

- ・今回の調査では、予想よりもヒットした出願の件数が少なかった。とはいえ、NEDOの事業が平成22年度に開始したところであり、これから出願件数が伸びていくことが予想される。
- ・日本では1990年代に藻類に関する研究が進んでいたこと、2000年代に入ってから外国、特に米国に遅れをとっているといった状況が読み取れ、興味深い結果が得られた。
- ・政策上なんらかのアクションがあるとそれに対応して出願件数が上昇するという点は日本国、外国出願人とも変わらない。特に米国ではその傾向が顕著である。平成22年度に開始されたNEDOの「戦略的次世代バイオマスエネルギー利用技術開発事業」がどの程度の効果を挙げているかはまだ結論が出せないが、いずれにしても、政府支援は同技術開発の有効なインセンティブであることが示唆される。この分野の発展のためには支援策を継続していく必要があると考えられる。
- ・日本国出願人は、外国出願人に比べてA（藻類自体の改良）の分野の出願件数が少ない。この分野の研究を促進することも検討してもよいと考えられる。
- ・日本国出願人の、A（藻類自体の改良）の分野の出願件数が少ない理由として、遺伝資源へのアクセスが比較的容易であることが考えられるが、生物多様性条約の遺伝資源へのアクセスに関する国内法制定の際に、このアクセスの容易さを阻害することのないようにしなければならない。また、現状よりもさらに藻類へのアクセス環境を改善することも検討すべきと考えられる。
- ・出願人マップを見ると、近年の出願にはベンチャー企業、大学の関与が目立つので、これらの組織に対する一層の援助を検討すべきと考えられる。
- ・エネルギー資源に利用出来る藻類株を開発出来る者と藻類培養・プロセッシング技術を開発出来る者との間で相互に技術をマッチング出来る環境、例えば藻類株のデータベース等を整備することも有効であると考えられる。
- ・第二世代（セルロース系バイオエタノール生産に関する技術）と比べると、かなり参加企業の幅が狭く感じられる。例えば、酒造メーカー等の参加が少ない。藻類培養に関しても、これらのメーカーが何らかのノウハウを有していると思われるので、参加への働きかけをすることも有効ではないだろうか。
- ・2010年段階で、日本は藻類バイオ燃料を2030年頃に実用化するという目標である。特許ということを見ると、出願から20年で権利消滅となるのであ

るから、出願しても実用化の頃には権利がないという事態になり、特許出願、また権利取得へのインセンティブがなくなると考えられる。実用化までの目標は、長くても15年、できれば10年単位で設定することが望ましいと考えられる。

5. まとめ

シェールガスの発見により、エネルギー枯渇に対応するという意味でのバイオ燃料の意義は若干薄れた感がある。しかし、CO₂排出制限の観点からは、バイオ燃料は今後のエネルギー政策において重要な位置を占めると考えられ、現実には、米国エネルギー省はバイオ燃料の早期実用化に向けた支援を積極的に行っている。

このような中で、グリーンエネルギーについて各企業、グループの技術を比較し、強み・弱みを把握して提言につなげていくことは非常に有用であると考えられる。

例えば、有力出願人について、さらに詳細な技術について分析することや、外国出願の調査を行い、現状での日本の強み・弱みを分析することで興味深い結果が得られると考えられる。

(参考文献)

- ・ウェブサイトは、2014年9月10日時点でリンクされていることを確認している。
- (1) 三井物産戦略研レポート 2011.12.5
- (2) 米国エネルギー省藻類バイオマスロードマップ 米国エネルギー省ウェブサイト
http://www1.eere.energy.gov/bioenergy/pdfs/algal_biofuels_roadmap.pdf
(技術開発については、5~6頁を参照)
- (3) 米国再生・再投資法について 米国エネルギー省ウェブサイト
<http://www.energy.gov/eere/bioenergy/american-recovery-and-reinvestment-act>
- (4) ニューサンシャイン計画結果報告書 経済産業省ウェブサイト
<http://www.meti.go.jp/report/whitepaper/institute02.html>
- (5) 新エネルギー技術開発プログラム 経済産業省ウェブサイト
http://www.meti.go.jp/policy/kenkyu_kaihatu/R&D_handbook/r&d_handbook2007/2-12.pdf
- (6) エネルギーイノベーションプログラム基本計画 NEDOウェブサイト
<http://www.nedo.go.jp/content/100506557.pdf>
- (7) 米国エネルギー省の支援事業アーカイブ 米国エネルギー省ウェブサイト
(この中の、DE-FOA-0000811が該当する事業)
<https://eere-exchange.energy.gov/Default.aspx?Archive=1>
(原稿受領 2014. 9. 10)