

Title	バイオマスリファイナリをより持続可能な地球社会システムとするために : 政策的関与強化の必要性と期待
Author(s)	山本, 長史
Citation	年次学術大会講演要旨集, 32: 770-773
Issue Date	2017-10-28
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/14949
Rights	本著作物は研究・イノベーション学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Research Policy and Innovation Management.
Description	一般講演要旨

バイオマスリファイナリをより持続可能な地球社会システムとするために —政策的関与強化の必要性と期待—

○山本 長史 (神奈川県)

要旨：世界中で実用化に向けた研究技術開発が進められている「バイオマスリファイナリ」は、化学品の生産量が地球が固定する炭素量の半分程度に相当するという量的インパクトや、人類の社会生活との密接な関わりなどの質的意味合いの両面から「基幹的地球社会システム」と言え、より持続可能なものとするには国際的合意形成や協調体制が不可欠で、そのための国際的スキームの構築が必要である。ドイツ政府が立ち上げたISC3はその目的やメインタスクからその可能性を秘めた取組となっている。バイオマスリファイナリは将来にわたって形成していくシステムであるので、地球温暖化対策に投じているような時間や社会的経済的コストを必要としないバックキャストの取組が可能かつ重要である。研究技術開発の展開状況を考えると政策的関与強化が必要だが、ISC3のアドバイザー委員会には国際機関を含む世界中の団体や研究者等が参加しており、国際的スキームの円滑かつ早期の構築に繋がることと期待される。同委員会に日本の明示的関与は認められないが、日本の今後の貢献にも期待したい。(個人研究)

1. はじめに

化石資源を原料とする「石油精製」に代わり、バイオマス資源を原料とする「バイオマスリファイナリ」の実用化に向けた研究技術開発が世界中で進められている。「バイオマスリファイナリ」は、そのスケール、我々人類の社会経済活動や生活との密接な関連性などから、地球社会全体に影響が及ぶものであり、今後将来世代に向けて、より持続可能性の高い社会システムとして形成し、引き継いでいくことが求められる。

本稿では、バイオマスリファイナリの持続可能性の意味・意義、その達成イメージと想定される課題をpushしたうえで、より持続可能性のある地球社会システムとするための国際的動向の概観と、それらから得られる政策的含意(政策的関与強化の必要性と期待)について言及する。

2. バイオマスリファイナリの持続可能性の意味・意義と課題

(1)「基幹的地球社会システム」としてのバイオマスリファイナリ

バイオマスリファイナリは、以下のとおり量的インパクト、質的意味合いの両面から「基幹的地球社会システム」と言うべき性格を有している。

<量的インパクト>

表1に示したとおり、我々人類が世界全体で生産している化学品の生産量オーダーは、基礎化学品の世界生産量でも年間3～4.5億トン程度(炭素量計算)あり、地球の陸域全体が森林の成長などにより固定する正味の年間炭素固定量(平均9億トン程度)の半分程のオーダーとなっている。

これまでの化学品の原料は、ナフサや天然ガス、石炭、シェールガスなど化石資源中心だが、最近では、農業残渣や木質系・草本系リグノセルロースなどの天然資源を原料とした化学品製造の研究技術開発が世界中で展開されており(NEDOの調査報告書(2014.6)によれば345件の研究開発から実用化に向けた取組事例が確認されている(1))、

takestar@yha.att.ne.jp (個人)

yamamoto.1cp6@pref.kanagawa.jp (職場)

表1 バイオマス資源量・利用量のオーダー感関連データ

		年間量 (億トン-炭素)		
地球の炭素固定量(陸域の正味の吸収量)※1		9 ± 6		
人為的温室効果ガス排出量(炭素換算)※2		210 ± 19.3		
基礎化学品世界生産量※3		2015年	2025年	2035年
内訳	エチレン	1.31	1.62	1.74
	プロピレン	0.88	1.13	1.25
	ブタジエン	0.11	0.14	0.15
	ベンゼン	0.47	0.56	0.61
	トルエン	0.22	0.23	0.23
	パラキシレン	0.42	0.54	0.60

※1:IPCC 第4次評価報告書(2000～2005.年あたり固定量)

※2:IPCC 第5次評価報告書(2010年排出量のCO2換算量を炭素換算)

※3:独立行政法人新エネルギー産業技術総合開発機構「化学品製造における炭素源の転換・多様化に関する調査」(生産量数値を炭素量に換算)

原料の大半が天然資源に切り替わるという事態になれば、毎年地球生態系が固定する炭素量の半分を人類が化学品の原料に使用するというオーダーとなる。(化学製品のリサイクルは基礎原料使用量の抑制に効果を持つが、比較的取組みの進んでいる日本のプラスチックリサイクル(廃プラ再利用率83%)においても、エネルギーとして利用するサーマルリサイクルが多く(再利用プラの68%)、マテリアルリサイクルは低いレベル(同27%)に留まっている。(2))

また、化学品製造のためのエネルギー消費という観点では、日本の化学工業のエネルギー消費量は、製造業部門の40.6%、全最終エネルギー消費量の17.5%を占めており(いずれも2015年)(3)、化石資源を主原料とし、高温高压の精製プロセスを特徴とする現行の化学産業はエネルギー多消費型産業となっている。それに対し、バイオマスリファイナリは、常温常圧の生成プロセスなどにより、低エネルギー消費型の産業となる可能性があり、地球温暖

化防止への地球規模での貢献という観点から量的インパクトの大きい分野である。

＜質的意味合い＞

バイオマスリファイナリは、次のような質的な意味合いを有している。

- ・化学品は我々人類の社会経済活動や生活の隅々まで密接に関わり、それらのあり方を左右するほどの存在である。
- ・バイオマス資源は化石資源と比較して地理的な偏在度が小さく、かつ、バイオマスリファイナリはこれから将来に向けて地球社会全体のシステムとして新たに作り上げられていくものであることから、社会的格差は正への大きなポテンシャルも有している。

(2) 持続可能なバイオマスリファイナリの達成イメージと想定される課題

バイオマスリファイナリは、上記の通り、「基幹的地球社会システム」というべき性格を持ち、将来世代に向かってより持続可能なシステム形成を目指す必要があると考えられるが、それでは、持続可能なバイオマスリファイナリは、具体的にはどのような形で達成されると考えられ、その実現に向けてどのような課題が想定されるだろうか。

それを持続可能性の評価視点ごとに試みに整理したものが表2である。

例えば、「地球生態系の物理的キャパシティ」という視

点では、化学物質のカスケード利用による炭素固定期間の長期化や、バイオマスの2大成分（繊維成分（セルロース、ヘミセルロース）と木質成分（リグニン））のバランスの取れた有効利用を進めることなどにより、我々人類が化学品の原料として毎年新たに使用するバイオマス資源の年間使用量（正味年間使用量）が、地球生態系上の適正水準以下となること、持続可能な状態の達成イメージと考えることができるが、その適正水準としての「年間使用量の上限目標値」をどのようなプロセス・根拠でどの程度の水準の値に定めるのか、また、その目標値を達成できるカスケード利用などをどう実現するのか、ということが課題となる。

また、「生活基盤」の「大気、水質、土壌などの生活環境の適切な保全」については、EUのREACH規則や米国EPA等各国の排出規制など、既存の化学物質取扱規制スキームを、新たなバイオマスリファイナリ化学品に対して円滑にシフトしていくと同時に、発展途上国も含めた地球社会全体での排出抑制スキームを確立していくことが課題となり、「食用（及び飼料用）バイオマスの確保」の観点からは、化学品の原料について非食用（及び非飼料用）バイオマスがグローバルスタンダードとなる規制スキームもしくはマーケットメカニズムの構築が課題となる。

表2に掲げたこうした課題の解決には、常温常圧の生成プロセスやカスケード利用に関する新たな技術開発といった、研究技術開発の進展に負うところも多いが、バイオ

表2 バイオマスリファイナリにおける持続可能性の評価視点、達成イメージ及び想定される課題

評価視点		持続可能なバイオマスリファイナリの達成イメージ	想定される課題
地球生態系の物理的キャパシティ	バイオマス資源の年間使用量が適正水準以下となること	○化学物質のカスケード利用（高分子から低分子へ）による炭素固定期間の長期化（※1）や植物の2大構成要素（糖（セルロース、ヘミセルロース。≒繊維成分）と木質成分（リグニン≒繊維結合充てん成分））のバランスの取れた有効利用などにより、新たに原料とするバイオマス資源使用量が、地球全体の正味の炭素固定量とバランスの取れた量以下となること	○地球全体のバイオマス資源の正味年間使用量の上限目標値設定（人工光合成による炭素固定量の取扱いも要検討） ○上記目標値達成のための2大構成要素の利用バランス、統合的カスケード利用の実現（※2）（資源の有効利用に加え、高エネルギーの高分子から、低エネルギーの低分子へとカスケード利用できるカスケード利用の実現が重要。）
	エネルギー年間使用量、温室効果ガス（CO2等）年間排出量が適正水準以下になること（大幅削減）	○高温高压の精製プロセスから常温常圧の生成プロセス（≒森林など自然生態系内でのプロセス）へのシフトや、サーマルリサイクルからマテリアルリサイクルへとシフト（上記「カスケード利用」と同義）などにより、温室効果ガス排出量が適正水準以下となること。	○新たな発酵プロセス利用技術の開発（※3）など、多くの化学品に対する常温常圧生成プロセスの開発。 ○温室効果ガス排出削減量の目標値設定とそれに見合った、常温常圧生成プロセスの普及とカスケード利用の実現。
地球環境問題	地球生態系が適切に保全されること	○生物多様性の確保向上など、生態系保全を確保できるバイオマス資源の利用となっていること。	○持続可能な森林経営、生態系攪乱につながらない人工光合成など、生態系保全に配慮したバイオマス資源供給体制の確立。
	大気、水、土壌など生活環境が適切に保全されること	○生活環境汚染物質を排出しない、もしくは排出のより少ない化学品製造、利用、廃棄システムが確立されること。	○既存の化学物質取扱規制スキーム（EUのREACH規則、米国EPAの規制など）のバイオマスリファイナリ化学品への円滑なシフトおよび発展途上国も含めた地球社会全体での排出抑制スキームの確立。
生活基盤	食用（及び飼料用）バイオマスの確保	○非食用（及び非飼料用）バイオマスを原料とした化学品製造が世界中のグローバルスタンダードとなること。	○非食用（及び非飼料用）バイオマス利用がグローバルスタンダードとなる規制スキームもしくはマーケットメカニズムの構築
	社会的格差縮小への貢献	○国内および国家間の社会的格差縮小に寄与するバイオマス資源利用システムが確立されること。	○社会的格差縮小への貢献を検証するスキームの確立。社会的格差縮小への貢献が組み込まれたビジネスモデルの構築。
社会基盤			

※1：船岡正光「夢ある未来の鍵は木 ー分子レベルのリサイクルー」(1999)、JSTニュース 2008 年 4 月号トピックス2「植物資源変換システム」による森林資源の前進循環活用とは？究極のリサイクル」(2008) など

※2：バイオマスリファイナリ全体の考え方は、PNNL, NREL, US Department of Energy “Top Value Added Chemicals From Biomass” (2004) など。糖成分利用とバランスよく共存できる、リグニン利用技術の開発については、フェノール活用によるリグニン相分離技術（※1）、「SIPリグニン」（内閣府「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）」「次世代農林水産業創造技術」）など。

※3：「RITE Bioprocess」（増殖せず触媒のように働く発酵微生物の開発利用）（（公財）地球環境産業技術研究機構「RITE Today 2011」など）、「海洋性細菌の遺伝子を使った組換え酵素による機能性化学品創生技術」（海洋研究開発機構、京都大学、防衛大学校、埼玉工業大学、科学技術振興機構（JST）プレスリソース「海洋性細菌の酵素で木材成分のリグニンから機能性化学品を創る～ホワイトバイオテクノロジーの新展開～」(2016.12.20)、ChemSusChem 2017, 10, 425-433） など。

マス資源の年間上限目標値の設定や生活基盤の確保、社会的格差是正への貢献などは、国際的な合意形成や協調協力が不可欠なものであり、それらがより円滑に実現できる国際的スキーム構築が必要である。

3. バイオマスリファイナリをより持続可能なシステムとするための国際的取組み

(1) 国連「持続可能な開発目標(SDGs)」など国際的な動向

2015年の国連「持続可能な開発サミット」において採択された「持続可能な開発目標(SDGs)」では、バイオリファイナリーという独立項目は設けられてはいないが、「2030年までに、天然資源の持続可能な管理及び効率的な利用を達成」すること、そのために「開発途上国に対する科学的・技術的能力強化の支援」を行うことなど、バイオマスリファイナリに直結する目標が規定され(表3)、それと歩調を合わせるように、ドイツ政府環境庁が「ISC3(持続可能なケミストリー国際共同研究センター)」を立ち上げ、IUPAC(「国際純正・応用化学連合」(化学物質の命名権を持っている機関))でも、サブ委員会であったグリーンケミストリーに関する委員会を部門横断委員会に格上げするといった動きを見せている(表4)。

中でも特筆すべき動きは、ドイツ政府によるISC3で、一国の環境庁が呼びかけている動きであるが、グローバルなブレークスルーへの貢献を明確に宣言している。

表3 バイオマスリファイナリに関連の強い国連SDGs項目※1

持続可能な開発目標(SDGs)	ターゲット
目標3(健康)すべての人々の健康的な生活の確保など	3.9 有害化学物質や生活環境汚染などによる死亡件数、疾病件数の大幅減少
目標6(水・衛生)すべての人々の水と衛生の利用可能性と持続可能な管理の確保	6.3 汚染の減少、投棄の廃絶と有害な化学物質・物質の放出の最小化などによる水質の改善(2030年まで)
目標9(インフラ、産業化、イノベーション)強靱(レジリエント)なインフラ構築、包括的かつ持続可能な産業化の促進及びイノベーションの推進	9.4 資源利用効率の向上とグリーン技術及び環境に配慮した技術・産業プロセスの導入拡大を通じたインフラ改良や産業改善による、持続可能性の向上(2030年まで)
目標12(持続可能な生産と消費)持続可能な生産消費形態の確保	12.2 天然資源の持続可能な管理及び効率的な利用の達成(2030年まで) 12.4 国際的枠組みによる、化学物質・廃棄物のライフサイクルを通じた適正管理の実現、大気・水質・土壌への放出大幅削減(2020年まで) 12.a 開発途上国に対する、科学的・技術的能力強化の支援
目標15(陸上資源)陸上生態系の保護回復、持続可能な利用の推進、持続可能な森林の経営、砂漠化への対処など	15.2 あらゆる種類の森林の持続可能な経営の促進、森林減少の阻止、劣化森林の回復、世界中での新規植林、再植林の大幅増加(2020年まで) 15.3 砂漠化への対処、砂漠化などにより劣化した土地・土壌の回復、土地劣化に荷担しない世界の達成尽力(2030年まで)

※1: 2015年9月25日第70回国連総会採択「我々の世界を変革する: 持続可能な開発のための2030アジェンダ」(外務省仮訳)より抜粋、一部筆者要約

(2) ドイツ連邦政府による「ISC3(International Sustainable Chemistry Collaborative Centre)」の概要と意義

ISC3は、ドイツ連邦政府環境庁が2015年3月に設立準備プロジェクトを立ち上げ、2017年5月に立ち上げたものだが、その目的と主要活動(メインタスク)は表5のとおりである。

「目的」として「専門的技術が科学と政治の関係性に全

表4 バイオマスリファイナリ、グリーンケミストリーに関わる国際的動向※1

年	機関等	動向	目的等
2017.5 ※準備プロジェクト立ち上げ=2015.3	ドイツ連邦政府環境庁	ISC3(持続可能なケミストリー国際共同研究センター)立ち上げ	○持続可能なケミストリーのグローバルなブレークスルーのサポート
2015.9	国連『持続可能な開発サミット』	○『持続可能な開発目標』採択(SDGs)	○「誰一人取り残さない」社会の実現
2017.7	国際純正・応用化学連合(IUPAC)	○持続可能な開発のためのグリーンケミストリーに関する部門横断委員会(ICGCSD)設置	○グリーン・持続可能なケミストリー分野における連合の活動の創始、促進、調整(グリーンケミストリーサブ委員会を改組)
(参考) 2011.4 ※ネットワーク会議自体の設立は2000	新化学技術推進協会(日本)	○グリーン・サステナブル・ケミストリー・ネットワーク会議	○GSCを推進するための日本における下記活動の中核的役割 (1)産学官、業際・学際および国際的な連携 (2)GSC情報の収集・発信および社会との対話 (3)GSCの理念の普及・啓発

※1:、各機関等HPより

面的に好影響を及ぼすこと」や、「新興国・発展途上国の経済への浸透を「何よりもまず確実にすること」として掲げており、単に研究技術開発を進めるのではなく、研究技術開発が持続可能な地球社会形成に繋がり、社会的格差の是正に繋がっていくための活動を進めることを最優先としていることが注目される。

その目的実現のために行うこととして掲げられている「主要活動」(メインタスク)では、そもそも「サステナブル・ケミストリー」とはどのように定義・解釈されるのか、その分析(モニタリング)から入り、「サステナブル・ケミストリーへの異なるアプローチを比較評価するための判定基準の開発」や「サステナブル・ケミストリーに基づく、経済的成功を約束するビジネスモデルの分析と普及促進」を進め、さらに「新興国・途上国に対する支援や指導助言」などを行っている。

これは、この原稿執筆段階(2017.9)でも「未確定」(アドバイザリー委員会など今後の議論のベース)として提示されたものだが、前述したような、地球生態系のキャパシティから捉えるバイオマス資源の年間正味使用量の目標上限値に関する議論や、化学物質のカスケード利用に関する複数の利用方式間の比較評価ツールの提供、といったことが期待される。

ISC3が実行しようとしているタスクと目的は、「基幹的地球社会システム」たるバイオマスリファイナリーを、より持続可能なものにする可能性を秘めた取組と言える。

4. 政策的関与強化の必要性と期待

バイオマスリファイナリは、これから将来にわたって形成していく「基幹的地球社会システム」であるので、地球温暖化防止対策に関して投入されているような膨大な時間と社会的経済的コスト(1992年「国連気候変動枠組条約」採択からCOP3「京都議定書」(1997)を経てCOP21「パ

り協定」(2015)に至っても米国の参加離脱問題が起こるなど)を必要としない予防的かつバックキャスト的な(4)取組が進められることが可能かつ重要である。先にみたとおり、今日、バイオマスリファイナリの実用化に向けた研究技術開発が世界中で精力的に展開されていることを踏まえると、最も成功している環境条約といわれている、オゾン層保護のための「ウィーン条約」「モントリオール議定書」のように、科学的知見をベースにグローバルな協調協力体制が円滑にかつ早期に形成されることが求められ、そのための政策的関与の強化が必要と考えられる。

ドイツ政府によるISC3の立ち上げはその政策的関与をリードしようとしているものと考えられ、そのことはアドバイザー委員会の構成によく表れている(表6)。

国際的スキーム形成に影響力を持つ国際機関が含まれているほか、「ほぼ全ての大陸から、先進国に加え発展途上国からも」(5)研究機関、NGO、産業団体などが構成メンバーに入っており、ドイツ一国からの発案と呼びかけによるものだが、より持続可能性の高いバイオマスリファイナリシステムの形成を実現する国際的スキームの形成に円滑かつ早期に繋がることを期待したい。

5. 付言

最後に今後の日本の関わりについて一言言言したい。

バイオマスリファイナリの領域において、研究技術開発、化学工業、環境配慮など、いずれの視点でも国際的プレゼンスが高いと考えられる日本であるが、ISC3のアドバイザー委員会への明示的関与は認められない。

かつて安西祐一郎慶應義塾塾長(当時)は、ロボティクスやITに関する研究開発の蓄積とその応用フィールドとしての災害経験・救助経験の蓄積から、日本はレスキューシステムを産業として成立させながら、そのノウハウを他の国々に移植していく「世界の消防署」となる資質と可能性を秘めている、と述べた(「世界の警察官」を目指す国もあるが、「官」(主体)ではなく、「署」(場)としているのがミソ)(6)。

この分野における蓄積と他国への貢献ポテンシャルをベースに、「世界のバイオリファイナリオフィス」とでも言うべき「場づくり」を目指す動き(もちろんISC3とのコラボワークでよい)が出てくることを期待したい。

文献、注

- (1) 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構『非可食性植物由来化学品製造プロセス技術開発 バイオマスを活用した化学品製造プロセス開発に係る最新動向分析報告書』、2014年6月
- (2) 一般社団法人プラスチック循環利用協会『プラスチックリサイクルの基礎知識2017』
- (3) 資源エネルギー庁総合エネルギー統計「平成27年度(2015年度)におけるエネルギー需給実績(確報)」、2017.4
- (4) バックキャストは、スウェーデンのNPOナチュラステップが提唱している考え方で、将来の達成目標設定から現時点へと逆に振り返り、目標に至る方向性(コンパス)で実現手法を考えていくこと。
- (5) ISC3のホームページ(<http://isc3.org/> 2017.8.19 現在)のアドバイザーカウンシルに関する記載より筆者訳。
- (6) 国際レスキューコンプレックス構想等検討委員会「国際レスキューコンプレックス(IRC)推進計画に関する報告書」巻頭言、神奈川県、2002.7

表5 ISC3(International Sustainable Chemistry Collaborative Centre)の目的と主要活動※

ISC3の目的 (ISC3は何を行うのか)	何よりもまず、以下のことが確実になるように活動する。 1. 現存する専門的技術が連携・組み合わせられ、科学と政治の関係性に全面的に好影響を及ぼしていること。 2. 基本原則からビジネスモデル化の手法や応用まで、「サステナブル・ケミストリー」のさらなる発展が国際的レベルで促進されていること。 3. サステナブル・ケミストリーに関する基本的原則と戦略がさらに推奨され、先進国、新興国及び発展途上国の経済に浸透していること。
ISC3の主要活動 (ISC3のメインタスクは何か) (未確定だが将来の議論のために提示したものと記載されている(筆者注))	<ul style="list-style-type: none"> ・「サステナブル・ケミストリー」という用語の定義方法、解釈方法に関する議論のモニタリング。 ・「サステナブル・ケミストリー」への異なるアプローチを比較評価するための「質的判定基準(クオリティ・クライテリア)」(プロセス、原料、資源需要に対する基準)の開発 ・資源と健康保護との間、製品と地球の安全との間の、主要な関係性のレビュー ・「サステナブル・ケミストリー」に基づく、経済的成功を約束するビジネスモデルの分析と普及促進 ・「サステナブル・ケミストリー」を21世紀のグローバル・アジェンダの重要要素として位置づけること ・化学物質の安全取扱、製造(又は使用済み)有害廃棄物の処分に関する新興国及び発展途上国への支援 ・「サステナブル・ケミストリー」領域の国際法規制の導入施行に関する新興国及び発展途上国への指導助言 ・好事例(先進的な合成戦略、持続可能な原料フローマネジメント、製品デザイン、など)のグローバルレベルでの交流 ・化学物質の適切な専門的基準(製造・化学反応・使用から利用・廃棄に至るまでの基準)の改善 ・「サステナブル・ケミストリー」に関する知識の現状を教育システムのすべてのレベルにおいて普及させること

※ ISC3のホームページ(<https://isc3.org/> 2017.7.22 現在)より筆者訳。

表6 ISC3アドバイザー委員会メンバー※

区分	人数	構成メンバー、国等内訳
政府機関	4	EU(DG ENV)、オーストリア(農林環境水管理省)、ドイツ(国際協力公社)、スイス(連邦政府環境事務局)
国際機関	5	OECD、国際的化学品管理に関する戦略的アプローチ(SAICM)事務局、国連環境計画(UNEP)、パレル・ロッテルダム・ストックホルム条約(BRS)事務局、国際連合工業開発機関(UNIDO)
NGO、団体	9	国際環境法センター(GIEL)(フランス)、ピوند・ビーニン(米国)、米国化学学会グリーンケミストリー研究所(米国)、鉱山・化学・エネルギー産業労組(ドイツ)、ヘルスケア・ウイズアウト・ハーム・ヨーロッパ(ベルギー)、国際化学品事務局(ChemSec)(スウェーデン)、ヨーロッパ・ケミカル地域ネットワーク(ベルギー)、オランダ油脂工業連盟(オランダ)、欧州環境事務局(ベルギー)
大学、研究機関	12	イエール大学(米国)、エコ研究所(ドイツ)、アディスアベバ大学(エチオピア)、グリーンケミストリーネットワーク(英国)、中国科学院(中国)、ロイファン大学リューネブルグ(ドイツ)、スイス連邦工科大学ローザンヌ校(EPFL)(スイス)、イバダ大学(ナイジェリア)、アーヘン工科大学(ドイツ)、ノッティンガム大学(英国)、メンデルレーフ・ロシア化学技術大学(ロシア)、グリーンケミストリー&コマース・カウンシル(米国)
産業界、協会	7	欧州化学工業連盟(プラッセル)、InnoSyn(オランダ)、ファイザー(英国)、国際化学工業協会協議会(ドイツ)、ニムカー・テック・テクニカルサービス(インド)、ドイツ化学工業協会(ドイツ)、エレケイロス(ブラジル)

※ ISC3のホームページ(<https://isc3.org/> 2017.8.19 現在)より筆者訳、要約。