

【バイオマステ集】 液体バイオ燃料 バイオリファイナリー

## 欧州連合におけるバイオ燃料 2030年以降に向けてのビジョン

欧州委員会のバイオ燃料研究諮問委員会（BIOFRAC）<sup>1</sup>は、2006年6月に「欧州連合におけるバイオ燃料 2030年以降に向けてのビジョン<sup>2</sup>」と題する報告書を発表した。この報告書では、2030年以降までを視野に入れた長期的な視点からバイオ燃料の導入の意義や目標を示し、それを実現するためのテクノロジー・ロードマップの提示や欧州連合（EU）として望まれる政策の提言などを行っている。

本稿では、その報告書の概要（要旨、提言等）を紹介する。

### 1. 要旨（executive summary）

#### ビジョン

EU は、2030 年までに道路運輸部門の燃料需要量の 4 分の 1 相当をクリーンで CO<sub>2</sub> 排出効率が良いバイオ燃料で賄う目標を立てている。このバイオ燃料の導入にあたり、多くの部分を欧州の競争力ある産業界が提供する。この目標が達成されれば EU は化石燃料の輸入依存度を大幅に減らすことができる。バイオ燃料は持続的で革新的な技術を使って生産される。バイオ燃料は、バイオマスの供給者やバイオ燃料の生産者、および自動車産業に好機をもたらすだろう。

EU 域内の道路運輸部門のエネルギー消費量は、エネルギー総消費量の 30% 以上を占めている。化石燃料はその 98% を輸入に依存しているため、石油市場が混乱した時には多大な影響を受ける。また、道路運輸部門での増加が、EU が温暖化防止京都会議での CO<sub>2</sub> 排出量削減の目標を達成できていない主要原因の一つに挙げられている。1990 年～2010 年の間に増加する CO<sub>2</sub> 排出量の 90% は、運輸部門によるものになると予測されている。

欧州はバイオ燃料開発に関する意欲的な目標を立てた。それは、欧州域内のエネルギー安全保障の強化、全体的な CO<sub>2</sub> バランスの改善、そして欧州の競争力の維持である。革新的なバイオ燃料技術を開発することは、これらの目標を達成する助けとなるだろう。

EU25 カ国における液体バイオ燃料の現在の生産量は約 2Mtoe であり、これは市場の 1% 未満である。近年液体バイオ燃料の生産量と使用量は増加してきているが、この現

<sup>1</sup> Biofuels Research Advisory Council

<sup>2</sup> Biofuels in the European Union -A vision for 2030 and beyond-

在の市場占有率から見ると、2010年の運輸部門における液体バイオ燃料の使用量として18Mtoeを目指すというEUの政策目標が達成できない恐れがある。

EUはバイオ燃料の生産について大きな潜在的可能性を持っている。運輸部門の燃料需要量のうち、液体化石燃料の需要量の一部をバイオ燃料に置き換えるという、バイオ燃料指令(Directive 2003 / 30 / EC)で掲げられた置換目標値を達成するためには、EU全農地の4～18%がバイオ燃料の生産のために必要となるという試算がなされている。また、バイオ燃料は温室効果ガスのバランスを改善し、欧州産業(バイオ燃料・その他)の競争力強化を促すと同時に、EUの燃料供給を安定化させるというEU目標にも大きく貢献することができる。

EUの2030年に向けた壮大且つ達成可能なビジョンは、クリーンでCO<sub>2</sub>排出効率が良いバイオ燃料の供給率を、EU域内の運輸部門の燃料需要量の4分の1まで引き上げるというものである。かなりの部分を欧州の競争力ある産業が引き受け、持続可能で革新的な技術を駆使して幅広いバイオマス原料からバイオ燃料の生成と供給を行う。バイオ燃料開発は、バイオマスの供給者やバイオ燃料の生産者、および自動車産業に好機をもたらすだろう。さらに2030年には、欧州にバイオ燃料を輸出している多くの国々において、欧州の技術が使われているであろう。

このビジョンを達成するという事は、すなわち、国際的なバイオ燃料の貿易とのバランスをとりながら、域内のバイオ燃料生産量を大幅に増加させるということの意味する。そのためには、バイオマスの生産・収穫・流通・処理に対するかなりの投資が必要だけでなく、バイオ燃料やバイオ混合燃料の統一基準も必要となるだろう。

大部分のバイオ燃料は、ガソリン/ディーゼルタイプの内燃エンジンに使用されるが、特定の用途や専用車両においてバイオ燃料専用のエンジンが用いられる可能性もある。その液体燃料の分子構成は現在の燃料から発展したものであるかもしれないが、2030年では大部分のエンジンが液体燃料を必要とするだろう。もしその新しい燃料が現在の燃料の種類や仕様とほぼ同等のものか、少なくとも互換性のあるものであれば、有益なものになるだろう。燃料の標準仕様が守られたままで、現在のインフラが使用できて、代替資源から生成された燃料と現在の従来型燃料を混合することができれば、新しい燃料の実現化に大変有効な手段となり得る。

まとめると、EUの目標は、革新的なプロセスや技術を用いることにより、商業的に発展でき、CO<sub>2</sub>排出効率が高く、自動車エンジンに適合するバイオ燃料の生産量を大幅に増加させることである。この目標を達成するために必要なことは、現在利用できるバイオ燃料の実用化を支援しながら、「次世代バイオ燃料」への移行を推進していくことである。「次世代バイオ燃料」は、より幅広い原料(廃棄物バイオマスを含む)か

ら生成され、土地と食料の競合を減らし、バイオ燃料によって排出量を減らせたCO<sub>2</sub>分のコスト削減にも役立つだろう。CO<sub>2</sub>排出量の低減を確かなものにするためには、バイオ燃料のCO<sub>2</sub>排出効率の良さが認知され、報われるという市場メカニズムが求められるであろう。「よりCO<sub>2</sub>排出効率が良い」バイオ燃料の生産や使用を促進するために、メカニズム（例えば、認証制度）が利用できるだろう。

このビジョン達成のために最も重要なのは研究・開発である。既存の原料や技術の短期間での改善、次世代バイオ燃料（主にリグノセルロース系バイオマスから生成）のRTD&D<sup>3</sup>（研究・技術開発・実証）と商業生産化、本格的な総合バイオファイナリーのRTD&Dと実用化、新エネルギー作物など、これらを基盤とした段階的な開発が想定されている。（参照：「2. 関連図表類」(1)(2)(3)）

バイオマス原料を供給するためには、各地域の気候や環境および社会経済的な条件と適合した持続可能な土地利用戦略の作成が必要となってくる。農業・林業・生産工程での主要生産物と残渣物の双方の生産・使用が促進されるべきである。作物生産量とエネルギー収支の改善に関する研究は、先進技術を用いた質の高い工程と同様に、入念に検討されなければならない。

バイオ燃料市場の期待される成長や燃料への新しい変換経路が開発されることで、新たな統合的な精製方法がタイムリーに研究されるようになる。総合バイオファイナリーで同時生産された燃料、熱、電気、その他の生産物は、バイオ燃料の全体的な経済力と競争力を高めることになるだろう。このバイオファイナリーは、バイオマスの取り扱いや処理工程、バイオリクター中の発酵、化学工程から、製品の最終的な回収・精製までの多様な段階を、効率的に統合していることが特徴となるだろう。

バイオ燃料の生産に対しては、十分に調整された戦略が必要である。この重要な一歩として、最近の欧州委員会文書「バイオ燃料のためのEU戦略」には、委員会が指揮をとる予定のバイオ燃料の生産と使用に関する施策を再編する、7つの政策軸<sup>4</sup>が述べられている。このビジョンレポートの中で、（特に運輸部門の）バイオ燃料に対する戦略を実現し支えることになるであろう「欧州バイオ燃料テクノロジー・プラットフォーム」の設立が提案されている。「欧州バイオ燃料テクノロジー・プラットフォーム」の設立と、EUの卓越した知識や科学技術を最大限に利用することにより、世界規模でコスト競争力を持った欧州産業の確立と成長に寄与することができるだろう。

<sup>3</sup> Research, Technology Development and Demonstration の略。

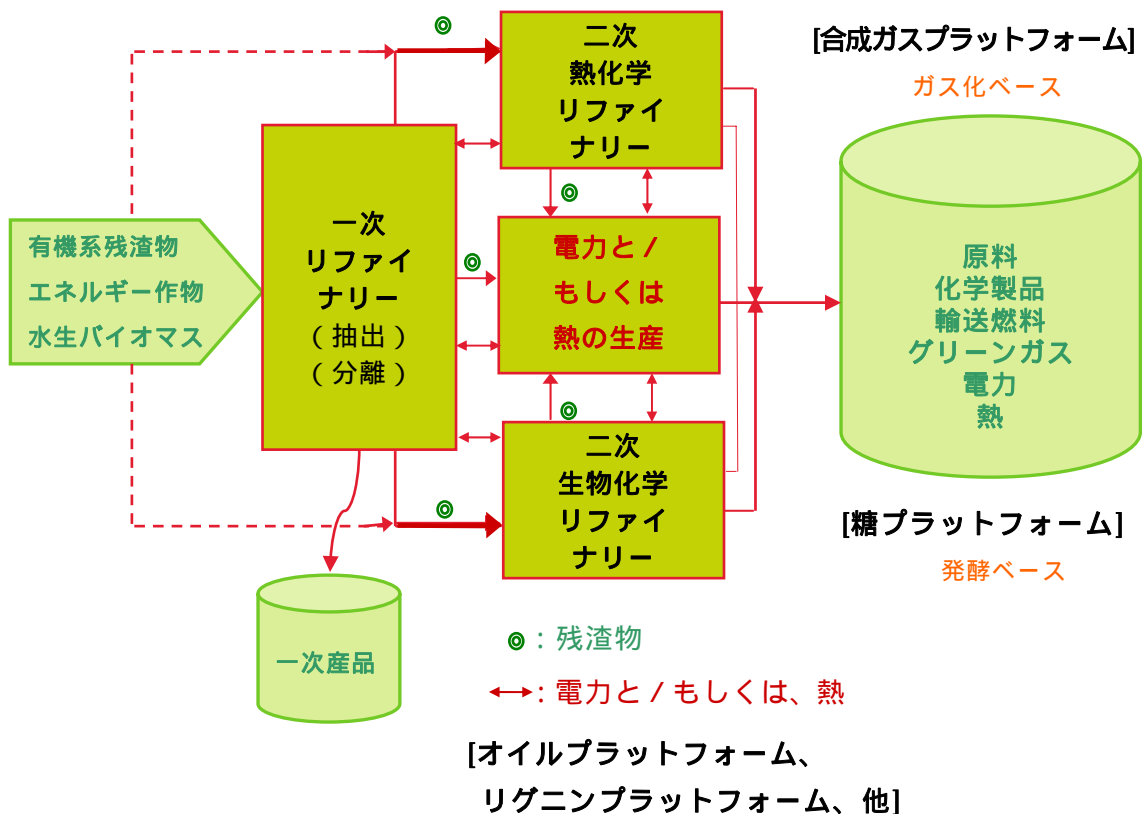
<sup>4</sup> 7つの政策軸： 1) バイオ燃料の需要の刺激、2) 環境のための行動、3) バイオ燃料の生産、流通の促進、4) 原料の供給範囲の拡大、5) 貿易機会の拡大、6) 開発国の支援、7) 研究開発の促進  
“An EU Strategy for Biofuels”: [http://ec.europa.eu/agriculture/biomass/biofuel/com2006\\_34\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/biomass/biofuel/com2006_34_en.pdf)

この文書の目的は、RTD&D に重きを置きながら、EU におけるバイオ燃料の生産量と使用量を大幅に増加させるために、関連する全ての問題を取り扱い、ビジョンを提供し、戦略の概要を説明することである。欧州の主要関係者の中で良い連携を取ることは必要不可欠であり、良い連携が取れば、共同研究や改革プログラムおよび実験施設の共同使用などがより円滑に促進されるであろう。「欧州バイオ燃料テクノロジー・プラットフォーム」は、政策決定者が適切な政策的枠組を作成しビジョン達成に必要な戦略的研究の明確化と実行に役立つ、今後のシナリオと戦略的指針を提供するだろう。（参照：「3. 提言（全文）」）

## 2. 関連図表類

### (1) 生物化学と熱化学の転換経路を統合したバイオリファインリーのイメージ

幅広い原料を使用してエネルギー効率良く多種多様な生産物を産出する。



出所：欧州委員会 BIOFRAC “Biofuels in the European Union -A vision for 2030 and beyond-”

最終報告書、本文 P25

**(2) バイオ燃料、バイオマス原料、生産技術の一覧表**

第一世代（従来型）バイオ燃料			
種類	名称	バイオマス原料	生産技術
バイオエタノール	従来型バイオエタノール	テンサイ、穀類	加水分解 + 発酵
純植物油	純植物油（PPO）	油糧作物 （例：菜種）	圧搾抽出
バイオディーゼル	エネルギー作物 BDF、 菜種メチルエステル（RME）、 脂肪酸メチル / エチルエステル （FAME / FAEE）	油糧作物 （例：菜種）	圧搾抽出 + エステル交換
バイオディーゼル	廃棄物起源バイオディーゼル FAME / FAEE	廃棄物 / 料理用油 / フライ用油 / 動物性油脂	エステル交換
バイオガス	精製バイオガス	Wet 系 バイオマス	消化 （メタン発酵）
バイオガソリン（ETBE）		バイオエタノール	化学合成

第二世代（次世代）バイオ燃料			
種類	名称	バイオマス原料	生産技術
バイオエタノール	セルロース系バイオエタノール	リグノセルロース系原料	高度加水分解 + 発酵
合成バイオ燃料	BTL、FT 軽油、 （バイオ）合成軽油、 バイオメタノール、 重（混合）アルコール、 バイオ DME	リグノセルロース系原料	ガス化 + 合成
バイオディーゼル	水素化処理バイオディーゼル	植物油 / 動物性油脂	水素化精製
バイオガス	SNG（合成天然ガス）	リグノセルロース系原料	ガス化 + 合成、
バイオ水素		リグノセルロース系原料	ガス化 + 合成、 生物学的工程

出所：欧州委員会 BIOFRAC “Biofuels in the European Union -A vision for 2030 and beyond-”

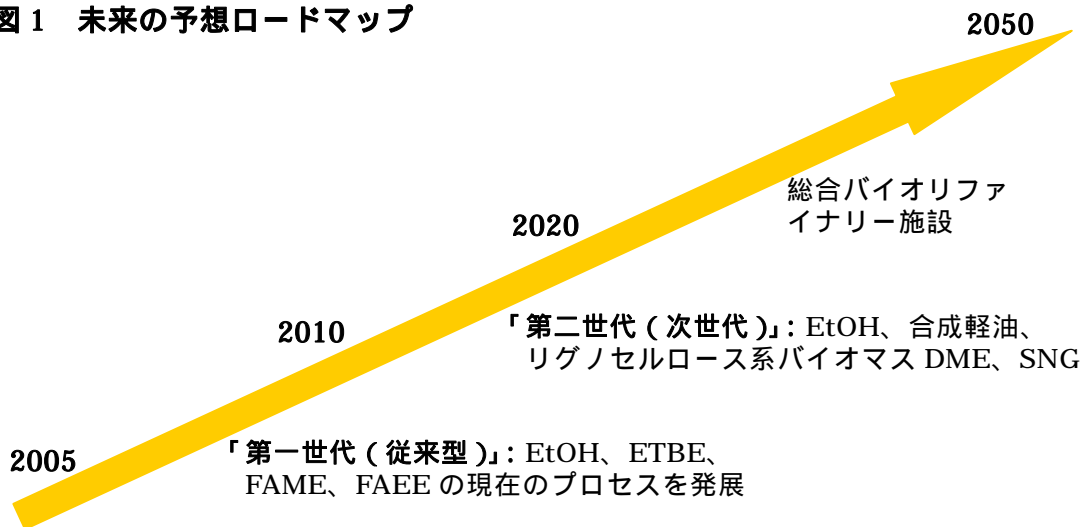
最終報告書、本文 P13

### (3) 戦略上の展開イメージ

#### テクノロジー・ロードマップ

バイオ燃料が大規模に拡大するのは2020～2030年になると予想される。しかし、欧州でバイオ産業を大きくし、バイオ燃料の使用量を増やすために必要となる新しい選択肢を開発するためには、中間にいくつかの目標段階を置き適切なスケジュールを定めることが必要である。その主な段階としては、下記図1のロードマップで示されている3つの段階が考えられる。

図1 未来の予想ロードマップ



出所：欧州委員会 BIOFRAC “Biofuels in the European Union -A vision for 2030 and beyond-”  
最終報告書、本文 P27

#### 段階1 短期(～2010年)

- ・ 現存の技術の向上。
- ・ (リグノセルロース系バイオマスから生成した)次世代バイオ燃料の研究開発。次世代バイオ燃料の初の実証プラント。
- ・ バイオリファイナリー構想に関する研究開発。

#### 段階2 中期(2010年～2020年)

- ・ 次世代バイオ燃料生産技術の展開。
- ・ バイオリファイナリーの構想の実証。リグノセルロース系バイオマス燃料と、総合バイオリファイナリー工程の改良のための継続的研究開発。
- ・ エネルギー作物と持続的農業に対する選択肢の開発。

#### 段階3 長期(2020年～)

- ・ 次世代バイオ燃料の大規模生産。総合バイオリファイナリー複合施設の展開。

液体バイオ燃料は現在の技術と互換性を持つため、バイオ燃料の急速で大規模な導入の潜在的可能性を高く秘めている。しかし、バイオマス由来の液体燃料を選択することは、この戦略の中で気体燃料の存在意義がないという意味ではない。バイオガス（メタン）は、自動車用燃料市場における圧縮天然ガスの占有率増加の主な原動力となりそうである。

水素を外部から供給することにより、単体量当たりのバイオマスからの燃料生産量が大幅に増加する。バイオマス（または他の炭素含有一次エネルギー源）由来の燃料生産工程において成分の一つとして再生可能な水素を使用することは、現在の合成ガスを経由する燃料経路の選択肢の一つであり、また、バイオ原料から幅広い生産物を生産する将来の「バイオリファイナリー」にとっての重要な選択肢の一つにもなるだろう。バイオマス変換に外部からの水素供給を組み合わせることでシステムは複雑になりコストもかさむが、この選択肢は将来のバイオマスからの燃料経路の一つとして検討されなければならない。

### **コスト競争力**

バイオ燃料の展開の重要な要素の一つは、コストの競争力、もしくは費用対効果である。これはただバイオ燃料の生産自体だけを指すのではなく、他の関連コスト、例えば、新しい乗り物の開発や、別の新しいロジスティックシステムへの投資についても言える。コストの削減は、スケールメリット効果や、燃料供給網のより良い統合、そして最先端の技術を用いることにより達成できるだろう。

### **3. 提言（全文）**

EUの目標は、2030年までにEUの運輸部門の燃料需要の4分の1をクリーンでCO<sub>2</sub>排出効率が良いバイオ燃料に置き換えるというものである。この目標を実現させるために以下の14項目を提言する。

- 1) バイオ燃料と生産工程については、代替的な方法が沢山ある。他に負けない再生可能で安定したバイオ燃料を供給する競争力を確保するためには、現在のような一つの生産物や一つの技術だけに固定するのではなく、多くの生産物や技術の展開ができるような環境を作ることが重要である。
- 2) 従来型のバイオ燃料に関しては、既存技術のエネルギー収支と炭素収支の改善を行うために更なる進歩が必要である。これを実現するためには、プロセスやプラント最適化のための高度なモデル化手法と化学工学データの取得により裏付けされた、革新的な原料や、バイオマス変換や生産物分別のための革新的プロセスを用いることが必要である。

- 3) 次世代バイオ燃料には、高度な変換技術が必要である。幅広いバイオマス原料(リグノセルロース系バイオマスを含む)からエタノールを生産するために新しい手法が必要である。リグノセルロース系バイオマスのガス化は、陸・海・空の輸送に使用(ガソリンやディーゼルタイプの燃料、灯油、DMEなど)するバイオ燃料の大規模な生産のために有望視される技術である。
- 4) バイオ燃料市場の期待される成長と新しい変換経路の開発により、新しい総合リファイナー計画の研究がタイムリーになされる。バイオリファイナーは、バイオマスの取り扱いや処理工程、バイオリクター中の発酵・ガス化工程、化学工程、そして製品の最終的な回収・精製までの多様な段階を効率的に統合していることが特徴となるだろう。
- 5) バイオマス原料の供給に関しては、各地域の気候や環境および社会経済的な条件と適合した持続可能な土地利用戦略の作成が必要となってくる。農業・林業・生産工程での主要生産物と残渣物の双方の使用が促進されるべきである。バイオマス原料の競合に関する問題については、適切に対処されなくてはならない。
- 6) 専用のエネルギー作物とバイオテクノロジーの使用により、作物全体をより効率的に利用できるようになるだろう。このことにより、均質な原料の供給を継続的に増加させることができるようになる。
- 7) 高度で効率的な電力駆動系の開発(フレキシブル燃料エンジンを含む)は、軽量/重量自動車の両方にとって最優先課題である。これらの技術は、エネルギーの採掘から車両走行による消費まで(well-to-wheel)におけるエネルギー使用の最適化を目的とするべきである。新しい高度なエンジンの導入には、明確な枠組みと計画が必要となるであろう。
- 8) バイオ燃料とバイオ混合燃料の品質面と環境面における基準の策定は必須である。これらの基準は、全ての関連する利害関係者(ステイクホルダー)達の協議により策定されなければならない。
- 9) バイオ燃料とその原材料は世界市場で取引されている。EUの需要を満たすために完全自給に取り組むことは、不可能であるとともに望ましくない。欧州委員会は域内生産と輸入の両方を促進するバランスのとれた取り組みを希求するべきである。欧州のバイオ燃料技術を、EUへバイオ燃料を輸出する国々に輸出することは、EUのバイオ燃料技術産業が世界で競争力のある地位を獲得・維持する助けとなるだろう。



- 10) バイオ燃料は2030年までの完全展開が期待できる。これを達成するためには、研究機関や農業・林業・産業からの利害関係者間で、最善の連携をとることが肝要である。欧州の主要関係者の間で良い連携をとることは必要不可欠であり、良い連携が取れば、共同の改革プログラムや、大規模な実証施設の共同運用などがより円滑に促進されるであろう。
- 11) 欧州のバイオ燃料のためのテクノロジー・プラットフォームが設立されるべきである。またその範囲には陸・海・空の運輸のためのバイオマス由来燃料が含まれなくてはならない。
- 12) そのテクノロジー・プラットフォームは、現在利用可能な燃料の更なる開発と展開を支援すべきである。そのためには、次世代バイオ燃料への転換を強く促進していくことが必要となる。次世代バイオ燃料は、より幅広い原料から生成され、バイオ燃料の使用によって排出量を減らせたCO<sub>2</sub>分のコスト削減にも役立つだろう。ただし、費用対効果の問題と、バイオ燃料が環境に与える全体的な影響の評価・観測には注意を払うべきである。
- 13) バイオ燃料テクノロジー・プラットフォームは、EU加盟国の中での国家的なプラットフォームやその他のRTD&Dイニシアティブと同様に、EUの他の関連テクノロジー・プラットフォーム<sup>5</sup>とも密接な連携を図り、それを維持していくべきである。
- 14) EUは異なるいくつかの政策措置によりバイオ燃料を支援している。政策措置の調和を図ることは複雑且つ分野横断的で動的な課題であるため、バイオ燃料の使用増加がもたらすであろう経済と環境への影響を調べる詳細な影響評価を行うことが必要である。バイオ燃料テクノロジー・プラットフォームは、欧州委員会のあらゆる関連部局<sup>6</sup>を支援するための統一の分析に基づく基盤を提供できる。上記の実現に成功すれば、欧州の競争力ある産業は持続可能で革新的な技術を基にしてバイオ燃料市場のかなりの部分を供給することができ、バイオマスの供給者やバイオ燃料の生産者、および自動車産業には好機がもたらされるであろう。また、バイオ燃料テクノロジー・プラットフォームの策定と実施によって、政策決定者が計画を実現するのに必要なシナリオと戦略的指針が提供されるだろう。

以上

編集・翻訳：大釜 みどり

( 出典： [http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/biofuels\\_vision\\_2030\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/biofuels_vision_2030_en.pdf) )

<sup>5</sup> プラットフォームの例：欧州道路輸送調査諮問委員会 (ERTRAC) の道路運輸部門や、森林関連部門、未来の植物 (グリーン・バイオテクノロジー)、サステナブルケミストリー (ホワイトテクノロジー、もしくは産業バイオテクノロジーを含む) および水素・燃料電池など。

<sup>6</sup> 例：研究開発総局、エネルギー・運輸総局、通商総局、対外関係部門、農業・農村開発総局、環境総局、および経済・金融総局。