

国連化石燃料・鉱物資源の資源量及び埋蔵量評価・ 分類規定 – UNFC2009 – について

徐 維那¹⁾・高木哲一¹⁾

1. はじめに

資源開発を行う場合、開発対象資源の総資源量、可採鉱量などを正しく評価、報告することが重要である。そのためには、資源量等に関するデータのみならず、それに経済性、開発状況等を盛り込んだ資源の分類体系を構築し、資源開発活動に用いることが必要になってくる。

鉱物資源については、オーストラリアが大洋州冶金学会（The Australasian Institute of Mining and Metallurgy, AusIMM）を中心に1989年先駆的に、資源量等評価規定である豪州鉱石埋蔵量合同委員会（Joint Ore Reserve Committee : JORC, www.jorc.org）規定を創設した（第1表）（神谷，2003）。その後、これを基に世界主要資源国は次の団体を中心に各自の資源評価規定を定めた；米国の鉱業冶金探鉱学会（Society for Mining, Metallurgy and Exploration : SME, <http://www.smenet.org/pdfs/SMEGdRep.pdf> 2013/09/05 確認）、カナダの鉱業冶金石油学会（Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum : CIM, <http://www.cim.org/definitions/>

CIMdef1.PDF 2013/09/05 確認）、南アフリカの南ア鉱業冶金学会（South African Institute of Mining and Metallurgy : SAIMM, http://www.gssa.org.za/archive/gssa_SAMREC2000code.pdf 2013/09/05 確認）、イギリスの鉱業冶金学会（Institution of Mining and Metallurgy : IMM, <http://www.imm.org.uk/reportingcode.htm>, <http://www.imm.org.uk/genevadeft.htm> 2013/09/05 確認）。この他にアイルランド、チリ、アルゼンチンでもJORCの支援の下で国内規定の策定作業が進められた。

しかし、今では鉱業のグローバル化が進むとともに、ステークホルダーも国際化し、異なるビジネス環境をもつ企業同士の共同事業や合併が行われているため、対象鉱床の報告方法を国際的に標準化することが必要となってきた。そして1996年国際鉱業冶金学会協会（Council of Mining and Metallurgical Institutes : CMMI）が中心に主要国が参加した国際埋蔵量報告合同委員会（Committee for Mineral Reserves International Reporting Standards : CRIRSCO）が発足し国際標準化作業が開始された（参加団体：オーストラリア（AusIMM）、米国（SEM）、カナダ（CIM）、

第1表 Joint Ore Reserve Committee (JORC) の特徴（神谷，2003）

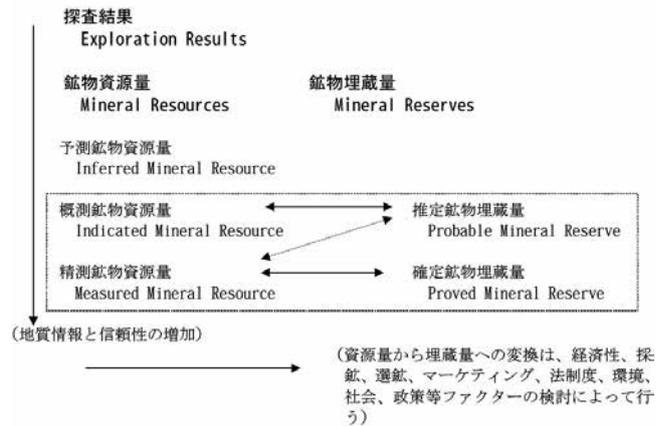
JORC の特徴
石炭、ダイヤモンドを含むすべての鉱物資源に適用する
「透明性」、「具体性」、「資格保有」を原則とする
ASX (Australian Securities Exchange オーストラリア証券取引所) 及び NZSX (New Zealand Stock Market ニューージーランド証券取引所) での公開報告を行う場合のミニマムスタンダードとする
資格保有者（原則として経験5年以上）が行った評価に基づいて、公開報告を行う
探鉱を行って得られる成果を、その精度の順に、探査結果、鉱物資源量、鉱石埋蔵量に分けて報告する
探査結果は、鉱物資源量、鉱石埋蔵量に含まれない探査結果とする
鉱物資源量は、地質学的にある程度の連続性と量を持つ将来的に開発が期待できると判断される鉱物の濃集とする。トン数と品位を数値で表す。精度が上がる順に、予測鉱物資源量、概測鉱物資源量、精測鉱物資源量とする
鉱石埋蔵量は、鉱物資源量のうちの経済的、技術的に採掘可能な鉱物とする。トン数と品位を数値で表す。精度が上がる順に、推定鉱石埋蔵量、確定鉱石埋蔵量とする
概測鉱物資源量は推定鉱石埋蔵量に、精測鉱物資源量は、推定または確定鉱石埋蔵量に変換できるが、予測鉱物資源量は直接には鉱石埋蔵量に変換できない

1) 産総研 地圏資源環境研究部門

キーワード：国連、化石燃料、鉱物資源、資源量、埋蔵量評価、分類規定

南アフリカ (SAIMM), イギリス (IMM)). 1997 年には, 鉱物資源量と鉱物埋蔵量の二本立てで評価することに合意し, 1999 年国際的な CRIRSCO 規定が決定された(第 1 図). 国際的な鉱物資源評価・分類枠組みは, 数量で簡単に表せないものを探査結果 (Exploration Results) とし, 数量で表せる精度の高いものを 1) 鉱物資源量, 2) 鉱物埋蔵量の 2 つの categories に分けている. 鉱物資源量は, 予測 (Inferred), 概測 (Indicated), 精測 (Measured) の 3 段階, 鉱物埋蔵量は, 推定 (Probable), 確定 (Proved) の 2 段階からなり, トン数と品位で表す. 評価プロセスは, 探査結果→鉱物資源量→鉱物埋蔵量となっており, プロセスに従い精度が上がるようになっている. 鉱物資源量から鉱物埋蔵量の変換は, 採鉱, 選鉱, 経済性, マーケティング, 法制度, 環境, 社会, 政策等すべての要素を検討し開発が可能である場合に行われる. ただし, 新規プロジェクトについては, 最終的な試すい調査の結果等に基づいて, 資源量から埋蔵量への変換が行われる. 第 1 図の矢印は, 相互に変換が可能であることを意味し, 概測鉱物資源量は推定鉱物埋蔵量に, 精測鉱物資源量は確定鉱物埋蔵量に変換できる. しかし, 予測鉱物資源量は, 一度, 概測または精測鉱物資源量に変換しなければ, 鉱物埋蔵量に変換できない. いずれにしても, 鉱物資源量, 鉱物埋蔵量の各 category 内容と, 鉱物埋蔵量が鉱物資源量の内数であるか外数であるかについて明記しなければならない. また, 実際の試すい間隔と鉱物資源量の category の関係を取ると, 試すい間隔が狭くなるほど予測, 概測, 精測と精度が上がるが, 適用される間隔については鉱床タイプごとに異なるので, 資格保有者が個別に判断することとなる.

化石燃料, 特に石油については, 2004 年の RD/Shell 社が独自の埋蔵量基準に基づき, 投資家に対して埋蔵量の過大申告を行っている問題が発生して以来, 同業界では埋蔵量の定義や評価手法のズレが意識されるようになり, 2007 年石油技術者協会 (Society of Petroleum Engineers : SPE), 世界石油会議 (World Petroleum Congress : WPC), 米国石油地質家協会 (American Association of Petroleum Geologists : AAPG), 石油評価技術協会 (Society of Petroleum Evaluation Engineers : SPEE) の 4 組織によって, 世界統一基準を念頭に置いた新基準が策定された (Petroleum Resources Management System : PRMS) (坂口, 2007). 4 組織は, 2005 年より 2 年間, 現状の技術革新や経済的背景に沿う資源量と埋蔵量の世界基準を作成すべく, 各石油会社や世界各国における埋蔵量の定義, 分類に関する調査, 基準について外部



第 1 図 CRIRSCO の概要.

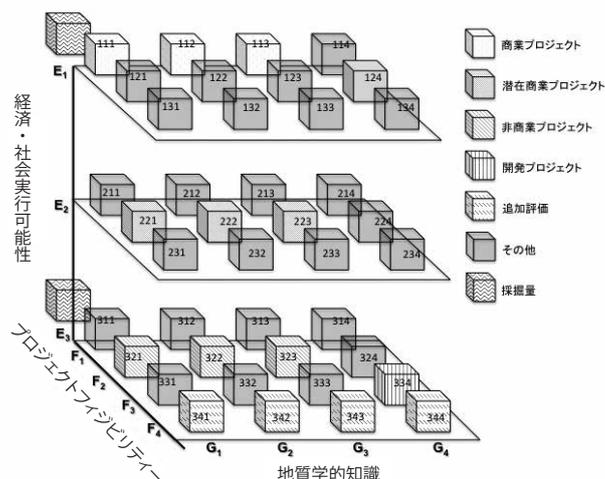
からの意見聴取を行い, 多くの会社からの意見を反映した新基準を策定した. PRMSの特徴は, 埋蔵量を取り扱う単位が油層毎からプロジェクト毎へと変化したこと, 非在来型資源の埋蔵量認定には回収率と処理施設の運転効率の評価が大事なパラメータになること, 埋蔵量算出に用いる決定論および確率的的手法について盛り込んだことである. PRMSの適用には, 規制者, 投資家, 開発事業者の間で共通した認識が必要であるが, 規制者の一つである米証券取引委員会 (U.S. Securities and Exchange Commission : SEC) も新基準の採用にかなり前向きである.

上記のような資源評価・分類規定の国際化の流れの中で, 国連も独自の観点からなるフレームワーク構築作業を行っている. それは, 利益団体の意見を排除し, 異なる社会・経済体制においても適用可能な資源評価・分類規定の世界標準化作業である. 欧州経済委員会 (Economic Commission for Europe : ECE) が発起し, 国連経済社会理事会 (United Nations Economic and Social Council : UNESC) が中心となって, 国連化石燃料・鉱物資源の資源量および埋蔵量評価・分類規定 (United Nations Framework Classification for Fossil Energy and Mineral Reserves and Resources : UNFC) 策定が行われている. 2010 年にはその最新版である UNFC2009 が出版された. その主な内容は CRIRSCO と PRMS の規定に基づいているが, 鉱物資源と化石燃料間のブリッジング (bridging) が焦点となっている.

日本は資源消費大国として, 戦略的資源確保のためには, 世界資源マネジメントに関する国連の動きを注視することが必要であろう. そこで筆者らは, UNFC2009 公表に向けた専門家審議会に参加した. 本文では, UNFC2009 の概要と今年 4 月にあった専門家審議会での動向に関して紹介する.

第2表 UNFC2009の評価領域.

クラス	サブクラス	カテゴリー			
		E	F	G	
既知の 鉱区	商業 プロジェクト	生産中	1	1.1	1,2,3
		生産許可獲得	1	1.2	1,2,3
		開発考慮	1	1.3	1,2,3
	潜在的商業 プロジェクト	開発一時中止	2	2.1	1,2,3
		開発保留	2	2.2	1,2,3
	非商業 プロジェクト	開発不確実	3.2	2.2	1,2,3
開発可能性なし		3.3	2.3	1,2,3	
	既存の鉱床と関連した追加評価	3.3	4	1,2,3	
潜在的 鉱区	採掘 プロジェクト	-	3.2	3	4
	適所の追加数量		3.3	4	4



第2図 UNFC2009の3次元領域 (UNFC2009から一部修正).

2. UNFC 2009

2.1 概要

UNFCは1992年から国連により実施されている国際資源標準化作業である。最初の頃は主に市場経済移行国における資源量、埋蔵量の国際比較を行う目的で、CRIRSCOの規定を取込むことを決めた。2004年になっては、国連の観点を取り入れた独自のカテゴリーを設けることを目標とし、民間企業、資本主義経済のみならず、国営企業、国家統計管理の観点、中央集権的経済の観点など、様々な体制のニーズに答えられる資源分類システムに注目した。その後、既存の資源評価・分類体系である2005年新ロシア分類 (New Russian Classification)、2006年CRIRSCO、2007年PRMSなどを基に、世界各国で適用可能な規定策定が行われた。その結果2010年、鉱物資源および化石燃料の、統合的国際資源評価・分類規定の最新版であるUNFC 2009が出版された。その内容の概要を以下に記す。

本規定は、地球表面・地下に分布する化石燃料および鉱物資源を対象としており、資源エネルギー研究、資源管理、企業活動、投資リポートスタンダード等に用いられることを念頭にデザインされた。

UNFC2009における評価は、3つの基本領域における段階的の分類に基づいている；経済・社会実行可能性 (E)、フィールドプロジェクト状況および実行可能性 (プロジェクトフィジビリティ) (F)、地質学的知識 (G)。3つの領域の組み合わせにより3次元のシステムが生まれる (第2図)。各領域の下にカテゴリーとサブカテゴリーが設定されている (第2表)。E領域は、プロジェクトの商業化を巡る社会・経済条件の適合性を評価する領域であり、そこには市場価格、法律、環境・契約条件等が含まれる。F領域は、プロジェクト進行における予備調査の充実度を評価する領域であり、埋蔵量が確認される前の初期の地質調

査から商業化した後までをカバーする。G領域は、地質学的知識および潜在的資源回収率を評価する領域である。各領域のカテゴリーとサブカテゴリーの組み合わせで第3表に示されたように、特定のクラスとして定義できる。上記カテゴリーを適切に組み合わせ、またはカテゴリーを統合・細分化することで、異なる性質の資源を比較することが可能になる。

2.2 国連欧州経済委員会「化石燃料・鉱物資源の資源量および埋蔵量評価・分類」第4回専門家審議会 (UNECE Expert Group on Resource Classification 4th Session)

2013年4月23日～26日にスイスのジュネーブにある国連欧州本部にて、UNFC2009に対する専門家審議が開催された (写真1)。本審議会には28ヶ国および国際機関から代表者が参加し (第4表)、UNFC2009について

第3表 UNFC2009カテゴリーおよびサブカテゴリー定義.

カテゴリー	定義
E1	すでに採掘・販売の経済性確保されている
E2	近い未来に採掘・販売の経済性が確保される
E3	E3.1 採掘可能な量はありますが、採算性は取れていない
	E3.2 情報が不十分で採算性が決まらない
	E3.3 市場の状況を考慮すると、近い未来までも採算性は期待できない
F1	F1.1 採掘が行われている
	F1.2 資金が確保され、採掘準備が行われている
	F1.3 プロジェクトを立ち上げ、十分な予備調査が完了した
F2	F2.1 近い未来の採掘を目処に、プロジェクト活動を行っている
	F2.2 プロジェクトが延期されている
	F2.3 潜在力が低く開発計画はない
F3	極めて予備調査段階であり、採掘には追加データが必要である
F4	開発プロジェクト・採掘が確認されていない
G1	埋蔵量は期待以上の高い水準である
G2	埋蔵量は普通的水準である
G3	埋蔵量は低い水準である
G4	埋蔵量は間接的情報を基にしてある

コメントを交わした。本審議会で修正された UNFC2009 は現在国連経済社会理事会の承認を待っている。以下に本審議会で焦点となった課題について紹介する。

2.2.1 核エネルギーおよび再生可能エネルギーへの適用

本会議においては、UNFC2009 の適用範囲を核エネルギーおよび再生可能エネルギー資源まで拡大することを決定し、各エネルギー担当タスクフォースの設立を求めた。これは再生可能エネルギーと非再生可能エネルギーを結ぶ世界初めての試みである。また、核エネルギーに関しては、国際原子力団体（International Atomic Energy Agency : IAEA）が中心になったタスクフォースを立ち上げ、（Organization for Economic Co-operation and Development : OECD）、（Nuclear energy agency/IAEA : NEA/IAEA）、UNFC2009 のブリッジング文書を定めることが求められた。タスクフォースの任期は1年またはブリッジング文書が完成されるまでとなる。そして、第5回専門家審議会においてブリッジング文書に関する審議を行うことが決議された。

2.2.2 技術専門委員会設立

専門家審議会の代表的なワーキンググループである技術専門委員会の設立が提案された。そして委員会における技術専門委員の義務、意思決定方法、委員会規定、参加者リスト、財政調達等が決められた。技術専門委員会の任期は専門家審議会と同様5年であり、その主な役割は、UNFC2009 の解析・適用に向けたアシスタントおよびアドバイスの提供である。その他、UNFC2009 への新しい資源分類システムの提案、UNFC2009 のケーススタディ

第4表 第4回専門家審議会参加国及機関。

国	国際機関	非政府機関	民間会社
UNECE 加入国	デンマーク	EC	European Federation of
	ジョルジア	EU	Geologists (EFG)
	ハンガリー	IAEA	EuroGeoSurvey
	カザフスタン	UNCTAD	International
	ノルウェイ	CCOP	Geothermal
	ポーランド	IEA	Association
	ルマニア	AAPG	Society of Exploration
	ロシア	SA	Geophysicists (SEG)
	セルビア		Society of Petroleum
	スロバキア		Evaluation Engineers
	スロベニア		(SPEE)
	トルコ		Teck Resources Ltd.
	ウクライナ		American Association
	米 国		of Petroleum
北米・ 南米		Geologists (AAPG)	Statoil ASA
		SRK Consulting (SA)	Prize Reserves Management Ltd
			Swiss Association of Energy
アジア			Geoscientists
			BP Biofuels
			Sullivan & Cromwell LLP
			Swiss Association of Energy
			Geoscientists
			Sullivan & Cromwell LLP
			BG Group
			Shell Upstream International
			Shell International Exploration &
			Production B.V
アフリカ			Geosil Consulting Ltd
			ADDAX Petroleum
			Alternative Energy
			REPSOL
			RWE Dea AG
			GMN Holdings Ltd
			OMB Austria E&P GmbH
			OMB Austria E&P GmbH
			Kazakhmys PLC

一、UNFC2009 のアップデート等の活動が必要とされる。また、技術専門委員会には独自の用語定義の確立も求められている。本委員会は、2013年12月までに設立することを目標としている。

3. おわりに

資源開発を行う際、資源量および埋蔵量に関する適切な評価およびその報告を行うことは、事業実施者、パートナー、投資家にとって重要な情報であり、資源産業のグローバル化にともなって、評価規定を国際標準化する必要性が高まっている。そこで、国連は、様々な社会・経済体制にも適用できる「資源分類システム」を提案した。そして国



写真1 会場（左）と審議会の様子（右）。

連欧州での定期的な専門家審議会を経て、分類システムの専門性・汎用性を高めている。

今回の第4回専門審議会では、資源国が中心になり、世界資源標準化の動きの端緒となる UNFC2009 に対し様々なコメントが交わされた。中国からも5人の政府代表者が参加し、国連の動きに協力的であることをアピールする場面が見られた。また RD/Shell 社を始めとする大手石油会社からもオブザーバーとして派遣され、国連の動きを観察した。

日本は、資源の最大消費国の一つである国として、資源国の上記のような動きを追い、今後の資源獲得戦略策定に参考にすることが必要であろう。

謝辞：国連欧州経済委員会の Charlotte Griffiths 氏には、情報の提供などで終始お世話になった。ここに感謝申し上げます。

文 献

神谷夏美 (2003) 資源量, 埋蔵量に関する豪州 JORC 規定と国際標準化の動向. MMAJ カレント・トピックス, no. 2003-15, 3-15.

坂口隆昭 (2007) 石油天然ガス資源の埋蔵量定義: 分類および評価手法. 石油・天然ガスレビュー, 41, no. 4, 43-55.

United Nations (2010) United Nations Framework Classification for Fossil Energy and Mineral Reserve and Resources 2009. The ECE Energy Series, no. 39, http://www.unece.org/fileadmin/DAM/energy/se/pdfs/UNFC/UNFC2009_ECE_EnergySeries39.pdf (2013/09/05 確認)

SEO Yuna and TAKAGI Tetsuichi (2014) Expert group meeting on UNFC2009 .

(受付: 2013年9月5日)