



Review

南太平洋諸国の排他的経済水域における 海底鉱物資源ポテンシャル*

岡本 信行¹

Deep-Sea Mineral Potential in the South Pacific Region

by Nobuyuki OKAMOTO^a

a. Japan Oil, Gas and Metals National Corporation (JOGMEC)
(Corresponding author, E-mail: okamoto-nobuyuki@jogmec.go.jp, FAX: 03-6758-8058)

The Government of Japan and South Pacific Applied Geoscience Commission (SOPAC) have been conducting joint surveys of deep-sea mineral resources in the Exclusive Economy Zones (EEZs) of SOPAC member countries, since 1985. The various research and government institutions that have been closely involved in this long-standing program include: the Japan International Co-operation Agency (JICA) and Japan Oil, Gas and Metals National Corporation (JOGMEC) which is the former Metal Mining Agency of Japan (MMAJ) and relevant ministries of the participating Pacific Island government.

The survey program is on-going using research vessel Hakurei-Maru No.2 which belongs to JOGMEC.

This twenty year long, joint project initiative has been extremely successful in confirming the resource potential of the Pacific region through discovering valuable deep-sea mineral resources such as polymetallic nodules in the Cook Islands waters, cobalt-rich ferromanganese crusts in the Marshall Islands, Kiribati and Federated States of Micronesia, and polymetallic sulphides in the Fiji waters.

KEY WORDS: SOPAC, South Pacific, Polymetallic Nodules, Cobalt-Rich Ferromanganese Crusts, Polymetallic Sulphides, Deep-Sea Mineral Resources

1. はじめに

南太平洋諸国は、国土面積は55万km²と非常に小さいものの、大小7,500の島々によって、その排他的経済水域 (Exclusive Economic Zone: EEZ) は約3,000km²と広大である。ただし、国土面積の大半を占めるのはパプア・ニュー・ギニアであり、これを除くと、国土面積は9万km²と非常に小さくなってしまいが、そのEEZはほとんど変わらず2,700km²のものぼり、実に国土面積の300倍 (日本は12倍) を誇る (Fig. 1)¹⁾。

EEZ内にある海底鉱物資源は、沿岸国が自国の法律 (日本では鉱業法) によって、探査・開発が可能である。このため、我が国のEEZの6倍を有する南太平洋諸国にとっては、水産資源はもとより、海底鉱物資源の開発は、地域の持続的な発展のために非常に重要なことと言える。

2. SOPAC 調査の概要

金属鉱業事業団 (当時。現独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構) は、南太平洋応用地球科学委員会 (SOPAC: South Pacific Applied Geoscience Commission。現太平洋共同体応用地球

科学技術部: SPC Applied Geoscience and Technology Division) と呼ばれる地域間機関からの要請に基づき、昭和60年度 (1985年度) から、当事業団所有の深海底鉱物資源探査専用船「第2白嶺丸」を用いて、南太平洋諸国のEEZにおいて、マンガン団塊、海底熱水鉱床及び鉄・マンガングラストを対象とした海洋資源調査を国際協力事業団 (当時。現独立行政法人国際協力機構 (JICA)) と共同で実施してきた^{2,3,4)}。

本調査は第I期と第II期に分けられ、そのうち第I期は、3つのフェーズ (5年間/フェーズ) からなり、主に鉱物資源の賦存ポテンシャルの把握を目的に音響調査やサンプリング調査を実施した。

平成12年度 (2000年度) からは第II期に移行し、第I期調査で抽出された有望海域について、深海用ボーリングマシンなどを用いて、より詳細な調査を実施して概略資源量を把握するとともに、併せて将来の開発に必要な水質データや海底の微生物などの生息状況などの環境ベースラインデータの取得にも努めた (Table 1)。

3. 調査の実績

21年間の調査において、航海日数は延べ1,000日を超え、音響 (音波) 調査のための航走距離は地球4周に相当する約16万km、深海テレビカメラによる海底観察の総延長1,350km、サンプリング約2,000点以上と、膨大な調査データを取得した。これらの調査結果については、毎年、クルーズレポートにとりまとめ、

*2014年2月20日受付 2014年6月11日受理
1. 正会員 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構
[著者連絡先] FAX: 03-6758-8058

E-mail: okamoto-nobuyuki@jogmec.go.jp
キーワード: SOPAC, 南太平洋, マンガン団塊, 海底熱水鉱床, 鉄・マンガングラスト, 海底鉱物資源

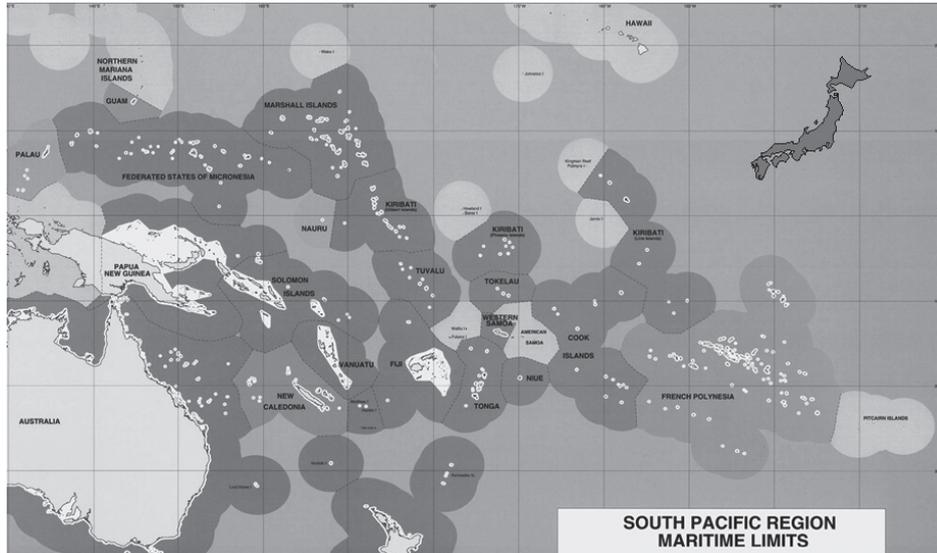


Fig.1 EEZs of SOPAC member countries with land space of Japanese Islands.

Table 1 Areas and mineral resources surveyed within the selected SOPAC member countries.

Stage	Phase	Year	SOPAC Country	Area Surveyed	Mineral Resources
I	1	1985	Cook Islands	North Penrhyn Basin	Manganese Nodules
		1986	Cook Islands	South Penrhyn Basin	Manganese Nodules
		1987	Kiribati	Phoenix Islands Group	Nodules and Crusts
		1988	Tuvalu	Ellice Islands and Ellice Basin	Nodules and Crusts
		1989	Kiribati	Southern Line Islands	Nodules and Crusts
	2	1990	Cook Islands	Southern Cook Islands	Manganese Nodules
		1991	Samoa	Samoa Islands	Nodules and Crusts
		1991	Kiribati	Gilbert Islands Group	Nodules and Crusts
		1992	Papua New Guinea	Manus Basin	Hydrothermal Deposits
		1993	Solomon Islands	Woodlark Basin	Hydrothermal Deposits
	3	1994	Vanuatu	Coriolis Trough	Hydrothermal Deposits
		1995	Tonga	Tonga Ridges	Hydrothermal Deposits
		1996	Marshall Islands	East Law Basin	
		1997	Marshall Islands	Northern part	Cobalt-rich Crusts
		1998	Marshall Islands	Southern part	Cobalt-rich Crusts
II	1	2000	Cook Islands	South Penrhyn Basin	Manganese Nodules
		2001	Fiji	North Fiji Basin	Hydrothermal Deposits
		2002	Marshall Islands	Northern and southern part	Cobalt-rich Crusts
	2	2003	Kiribati	Gilbert Islands Group	Cobalt-rich Crusts
		2003	Niue	Whole area	Manganese Nodules
		2004	Fiji	North Fiji Basin	Hydrothermal Deposits
		2005	FSM	Whole area	Cobalt-rich Crusts
		2005	FSM	Whole area	Cobalt-rich Crusts

SOPAC 事務局や調査対象国（沿岸国）へ提示した。

4. 調査の方法

深海底鉱物資源の探査では、①まず音響調査等によって海底地形や海底の様子を大まかに把握し、②その後、深海テレビカメラによって、海底の様子をビジュアルに観測し、産状等の分布状況を把握し、③最後に、実際に試料を採取して分布密度や鉱床の厚さ、品位を測定した。

本調査は、当機構所有の深海底鉱物資源探査専用船「第2白嶺丸」を用いて実施した。

第2白嶺丸は、深海底鉱物資源探査を実施するために求められる地形図作成、海底の映像撮影、サンプリングを行うための全ての機器が備わっている (Fig. 2)。特に、同船は、日本の地質調査船の中でも、特にサンプリング性能が高く、通常海底の岩石や

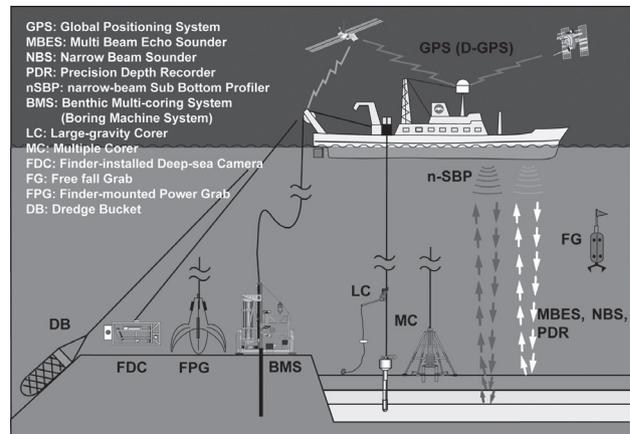


Fig.2 Survey and sampling platform tools of the Hakuwei-maru No.2.



Fig.3 Benthic Multi-coring System.

鉱石を引っ掻いたり、掴んだりして採取するドレッジやグラブ等のサンプリング機器の他、海底鉛直方向に最大 20 m のコア試料を採取できる深海用ボーリングマシンシステム (BMS) (Fig. 3) が備わっており、鉛直方向に分布するコバルトリッチクラストや海底熱水鉱床の調査に用いた。

5. 21 年間のプロジェクト成果

5・1 マンガン団塊

マンガン団塊を対象とした海洋資源調査では、クック諸島、キリバス、ツバル及びサモアの 4 カ国の EEZ において、フリーフォールグラブ (FG) やスピードコア (SC) を用いてサンプリング調査を実施した。その結果、Fig. 4 に示すように、主にクック諸島海域において 25kg/m² 以上という非常に高い密度でマンガン団塊が分布する海域を確認した。また、この海域でのマンガン団塊は、通常のものに比べてコバルト品位が 2 倍程度高いことも判明した。

この結果を踏まえ、特にクック中部部の高密度域において、ポリゴン法を用いて、概略の資源量を計算した⁵⁾。Fig. 5 はクック

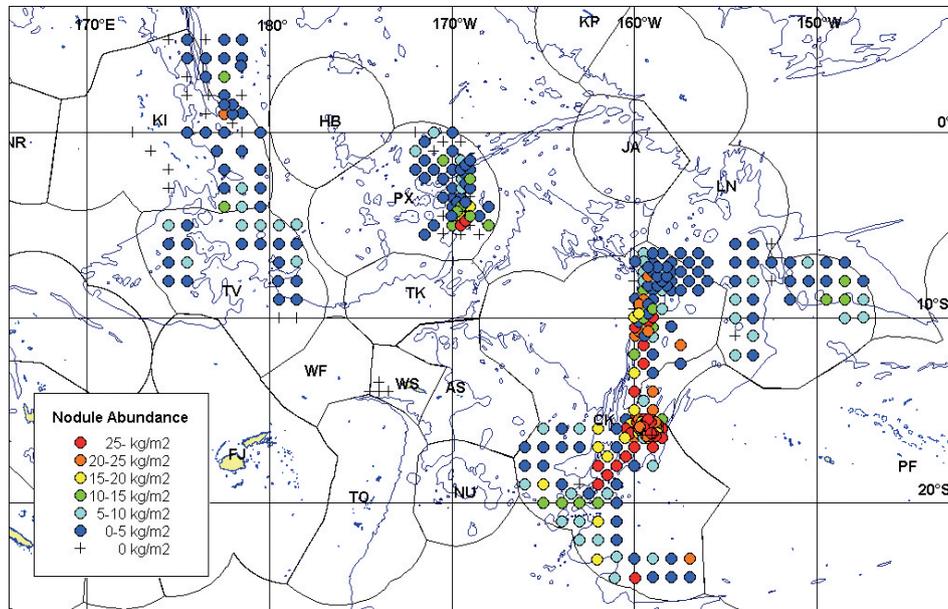


Fig.4 Manganese nodule abundance in the four SOPAC member countries.

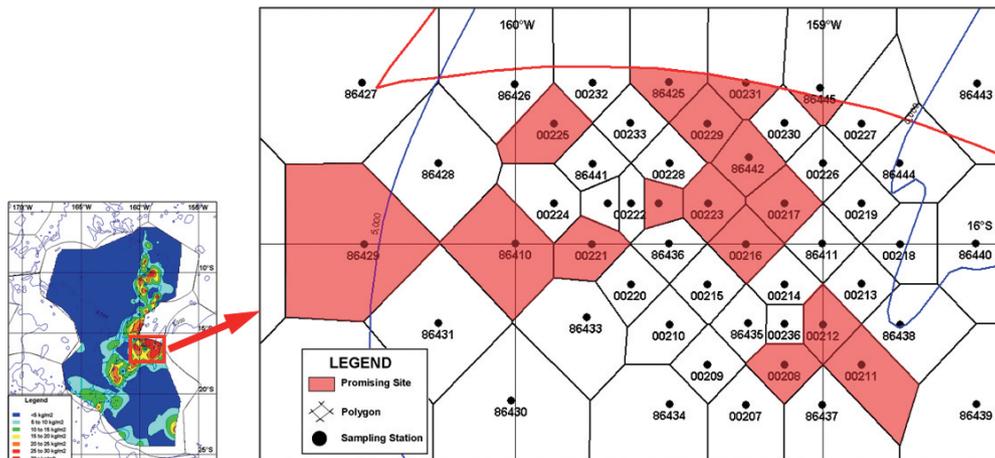


Fig.5 Resource estimates of manganese nodules within the central area of the EEZ of the Cook Islands, using the method of polygons developed by Kohpina and Usui in 1996.

Table 2 Nodule and cobalt resources in Area 1 located within the EEZ of the Cook Islands.

Station No.	Abundance (kg/m ²)	Water Content (%)	Co Grade (%)	Area (km ²)	Nodule Resources (thousand metric ton)	Cobalt Resources (metric ton)
86410	33.09	31.10	0.49	1,031	23,506	115,178
86425	34.57	28.6	0.48	304	7,504	36,017
86429	31.00	31.5	0.56	2,177	46,229	258,880
86442	31.54	30.5	0.55	369	8,089	44,487
86445	32.93	26.4	0.51	99	2,399	12,237
00208	31.18	22.2	0.5	325	7,884	39,419
00211	32.39	27.93	0.54	651	15,197	82,062
00212	31.14	23.73	0.55	325	7,719	42,454
00216	34.81	29.96	0.53	373	9,094	48,199
00217	32.16	25.99	0.46	378	8,997	41,386
00218	36.66	23.37	0.46	403	11,321	52,078
00219	33.08	30.33	0.58	368	8,481	49,191
00220	30.44	22.94	0.46	522	12,245	56,325
00221	32.96	27.52	0.52	369	8,815	45,839
00222	32.93	24.91	0.51	205	5,069	25,852
00223	30.63	33.63	0.44	185	3,761	16,548
Total				8,084	186,309	966,153

ク諸島中央部のポリゴンブロック図で、特に 30kg/m² 以上の高密度部分のみを抽出して、資源量を算定すると、その分布域は 8,000km² 以上にもなり、概略資源量として約 2 億トンのマンガン団塊が分布し、その中に含まれるコバルトは金属量ベースで 97 万トンが存在することになる (Table 2)。この量は、日本の消費量に換算すると約 70 年分に相当する⁶⁾。

5・2 鉄・マンガングラスト

キリバス、ツバル、サモア、マーシャル諸島及びミクロネシア連邦 5 カ国の EEZ で調査を実施し、同海域での鉄・マンガングラストの賦存状況を把握するとともに、特にマーシャル諸島、キリバス (ライン諸島) 及びミクロネシア連邦海域において、クラストの発達が顕著な海域を抽出した (Fig. 6)。

マーシャル海域の東部の 3 海山について、斜面中部以上 (平頂部、斜面上部、斜面中部と区分) の範囲において、ドレッジや深海用ボーリングマシンによるクラスト層厚・品位データ、地形区分ごとの平面積、比重 (2.0) から、クラスト資源量約 3 億 t、Co 金属量 147 万 t、Pt 金属量 155t となった^{7,8)}。なお、これらの算定値には、採鉱実収率などが加味されていないので、過見積であるとの指摘もあるため、今後詳細な検討を行う必要がある⁹⁾。

5・3 海底熱水鉱床

パプア・ニュー・ギニア (PNG)、ソロモン諸島、バヌアツ、トンガ及びフィジーの 5 カ国の EEZ の拡大軸付近を中心に、海底地形調査による拡大軸の抽出や海底観察による熱水活動の把握に努め、油圧式パワーグラブ (FPG) 等を用いて、海底熱水鉱床試料の採取を行った。

その結果、ソロモン、バヌアツ及びフィジー海域で海底熱水鉱床の徴候の存在を確認するとともに、特にフィジー海域では、海底観察により、詳細な熱水活動範囲を特定し、深海用ボーリングマシン (BMS) を用いて、熱水鉱床の厚さ方向の確認に努めた。鉱床の厚さは BMS の結果から最大 7m を確認するとともに (Fig. 7)、モデルマウンドの概略資源量を約 7 万トン (Cu6.93%, Zn0.61%, Au0.85g/t 及び Ag24.39g/t) 算定した。

5・4 その他の成果

平成 12 年度 (2000 年度) からの第 2 期においては、賦存状況調査だけでなく、将来の開発に向けて環境ベースラインデータの取得に努めた。主に、海底の堆積物中に生息する微生物等を把握するため、マルチプルコア (MC) と呼ばれる堆積物を乱さないように採取する特殊なサンプリング機器を用いて調査を実施し

た。この結果、クック、フィジー、マーシャル諸島、キリバス、ニウエ及びミクロネシア連邦海域における予察的な環境ベースラインデータを取得した。これらのデータは、将来の開発に資する基礎データとしての活用が期待される。

また、本調査を通じて、南太平洋諸国の技術者に海洋調査の方法・ノウハウ等の海洋調査技術の移転を図ることも重要である。このため、毎年、最低 1 名、延べ 20 名以上に及ぶ調査対象国の技術者が洋上研修員として調査航海に参加し、調査技術を習熟した。

6. ま と め

21 年間の調査によって、南太平洋諸国の EEZ 内の深海底鉱物資源の賦存状況を把握することができ、特にクック海域ではマンガングラブ、マーシャル諸島ではコバルトリッチクラスト、フィジー海域では海底熱水鉱床を対象とした詳細な調査を実施し、概略資源量まで試算することができた。

南太平洋海域での海洋調査は、これまで日本を始め、ドイツ、フランス、豪州、米国、韓国等により、主に海洋科学調査を中心に行われてきている。ただし、本調査プログラムのように、系統かつ長期にわたって継続して海底鉱物資源調査を行ってきた国・機関はなく、これまでに蓄積されたデータは世界的にも有意義なものと言える。

近年、韓国は、トンガやフィジーの EEZ で探査権を取得し、海底熱水鉱床の探査に着手している。また、民間企業の Nautilus Minerals 社は、PNG 海域での熱水鉱床開発を目指し、探査や採鉱システムの開発を継続している。さらに、クック諸島では、我が国が取得したデータを用いて国際入札の動きもある。また、欧州諸国も海底熱水鉱床調査を行っているとの情報もある。

このように、南太平洋海域の海底鉱物資源開発を巡る動きは依然として活発であり、今後もこうした動向に注視していく必要がある。

謝辞 本稿をまとめるにあたり、多大なる便宜を図って頂いた Applied Geoscience and Technology Division of Secretariat of the Pacific Community (SOPAC Division of SPC)、太平洋諸国の関係皆様に感謝致します。

また、本調査の実施にあたり、ご配慮頂いた深海資源開発 (株) 及び海洋技術開発 (株) 各位の皆様へ感謝致します。

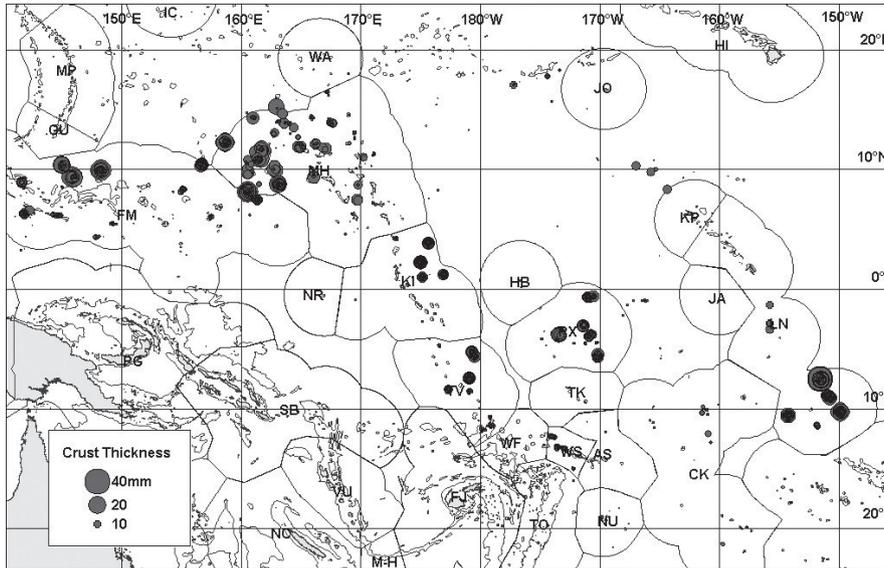


Fig.6 Cobalt-rich ferromanganese crust thickness in SOPAC region studied by the Program.

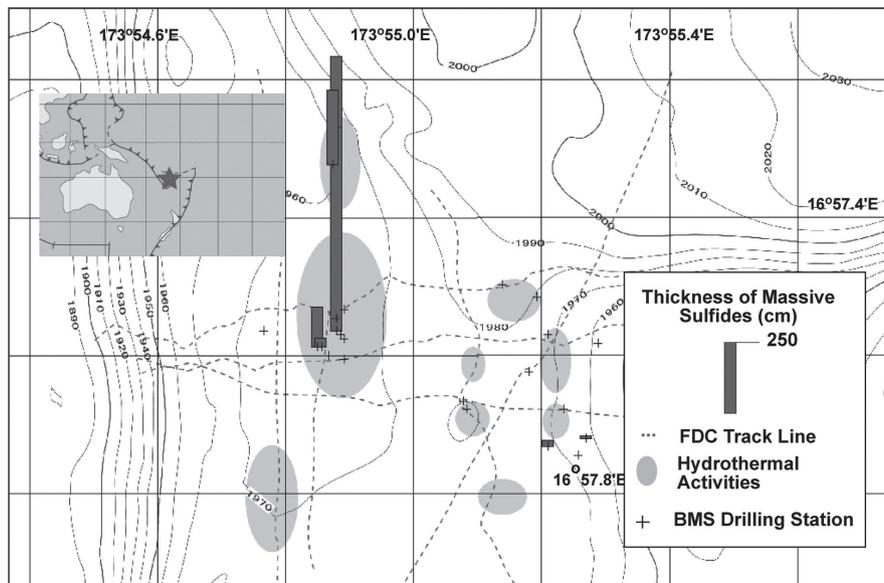


Fig.7 Distribution of the vertical dimension of polymetallic sulphides around the triple junction in the north Fiji basin.

References

- 1) SOPAC/FFA: South Pacific Region Maritime Limits Map (1995).
- 2) JICA/MMAJ: Report on the Cooperative Study Project on the Deepsea Mineral Resources in Selected Offshore Areas of the SOPAC Region, Sea area of the Republic of Fiji Islands, Vol.5, (Tokyo,2000).
- 3) JICA/MMAJ: Report on the Joint Basic Study for the Development of Resources, Ocean Resources Investigation in the Sea Area of SOPAC, Sea Area of the Cook Islands, Vol.1 (2001).
- 4) JICA/MMAJ: Report on the Cooperative Study Project on the Deepsea Mineral Resources in Selected Offshore Areas of the SOPAC Region, Sea area of the Republic of Fiji Islands, Vol.2 (2002).
- 5) Kohpina, P. and Usui, A.: 1996, Estimation of Manganese Nodule Resource in the Northern Part of the Central Pacific Basin. Bulletin of the Geological Survey of Japan, 47 (5) (1996), 255-271.
- 6) JOGMEC: 金属資源レポート (2012-1), pp77-81.
- 7) N. Okamoto: Occasional Paper, No.41, Kagoshima Univ. Research Center for the Pacific Islands (2005), pp21-30.
- 8) JOGMEC: 金属資源レポート (2006-1), pp7-16.
- 9) 白井朗: 海底鉱物資源 (オーム社, 2010), pp99-101.