日本鉱業会における超微料酸化物の製造に関する研究委員会の活動状況*

八 嶋 三 郎**
Saburō YASHIMA

1. はじめに

鉱物処理工学関係で微粒子の取り扱いが問題となった発端は1980年2月24～28日に米国のNevada州Las Vegasで開催されたThe International Symposium on Fine Particles Processingである。いまProf. P. Somasundaran (Columbia University のHenry Krumb School of Mines)の編集になるこの会議のproceedingsをひもとくと、今から4年前、世界の研究者らはこの問題について何を考えており、それをどう解決しようとしていたのかを知ることができる。思うにこの問題は、今や世界的に有用鉱物を含む資源が貧乏と化しつつあり、これを処理して目的鉱物を分離回収するためには、いっそう細かく粉碎して単体分離を進めたうえで分離しなければならないことは必定で、必然的に微粒子の処理が将来とも可成り長い期間にわたって問題となるはずで、今のうちにこの問題にチャレンジしておかなければ……、という考えが念頭にあってのことと考えられる。残念ながら紙幅の都合でその全部をここに転載することはできないが、一部を以下に掲げよう。11の項目につき全部で91の研究があった。各項目の括弧内の数字はそれぞれの論文数であり、代表的なもの数編ずつにつき題目と著者名を掲げた。

2. Las Vegasで開催された微粒子の処理に関する国際シンポジウム

1. Production of Fines and Ultrafines (9)

1. Generation and Measurement of Fine-Crystal Distributions

A. D. Randolph

昭和59年8月2日受付

* 粉体工学会第20回夏期シンポジウムにて発表(1984. 7. 函南)

** 東北大学選鉱製錬研究所(〒980 仙台市片平二丁目1番1号)

TEL 0222-(27)-6200 (内) 2425

2. Preparation and Properties of Fine Lead Zirconate Titanate Powders

Ramjilal, P. Ramakrishnan

3. Freeze-Drying—A Method for the Preparation of Fine Sinterable Powders and Low Temperature Solid State Reaction

M. Paulus

4. On the Feasibility of Using a Radioactive Tracer Method and a Size-Discretized Mass Balance Model for the Measurement of Growth rates in MSMRP Crystallizers

R. P. Gardner, K. Verghese, R. W. Rousseau

2. Classification, Mixing, and Flow (8)

10. A Review of Two Fine Particle Processing Unit Operations—Classification and Mixing

P. Luckie, R. Hogg, R. Schaller

11. A Study of the Effect of Improved Pneumatic Classification on Micropowder Production

R. T. Hukki, T. Airaksinen

12. Performance Characteristics of the University of Toronto Infralyzer MK III

B. Etkin, A. A. Haasz

13. Air-Float Conveying of Particulate Bulk Solids

C. R. Woodcock, J. S. Mason

3. Characterization of Particles and Particle Systems (14)

18. Particle Size Analysis—A Review

G. C. Sresty, R. Venkateswar

19. A New Simple and Sensitive On-Line Particle Size Analyzer for Fine Powders Suspended in Gases

L. Svarovsky, R. S. Hadi

20. Particle Size Distribution Measurements in the Submicron Radius Range by the Method

- of Spectral Transparency
L. P. Bayvel
21. Characterization of Oil-in-Water Emulsions : An Evaluation of the Coulter Counter Technique
H. A. Hamza, N. E. Andersen
- 4. Surface Chemical Aspects** (3)
32. Potential, Charge and Ion Mobility Studies on Oxide Surfaces
M. P. Sidorova, D. A. Fridrikhsberg
33. An Improved Method of Determining the Zeta-Potential of Mineral Particles by Micro-Electrophoresis
S. Mori, H. Okamoto, T. Hara, K. Aso
34. Effects of Pretreatments on the Surface Characteristics of a Natural Magnetite
L. O. Kolarik, D. R. Dixon, P. A. Freeman, D. N. Furlong, T. W. Healy
- 5. Fine Particles Flotation** (13)
35. Fine Particle Flotation
D. W. Fuerstenau
36. Influence of Some Factors on Fine Particle Flotation
O. S. Bogdanov, M. F. Emelyanov
37. Formation and Disruption of Particle-Bubble Aggregates in Flotation
A. Jowett
38. Differences Between Particle Flotation and Floc Flotation
U. Neis, K. P. Kiefhaber
- 6. Flocculation, Dispersion, and Selective Flocculation** (11)
48. Principles of Flocculation, Dispersion, and Selective Flocculation
P. Somasundaran
49. Processing of Indian Coal-Fines
T. C. Rao, P. Bandopadhyay
50. Flocculation Problems in the Coal Industry
R. Hogg
51. Flocculation and Dispersion Phenomena Affecting Phosphate Slime Dewatering
G. Y. Onoda, Jr., D. M. Deason, R. M. Chhatre
- 7. High Intensity Magnetics and Electrostatics** (10)
59. Advances in Application of Magnetic and Electric Techniques for Separation of Fine Particles
Y. Zimmels, I. J. Lin, I. Yaniv
60. Recent Advances in High Gradient Magnetic Separation
J. A. Oberteuffer, I. Wechsler
61. A Loading Equation for High Gradient Magnetic Separators and Application in Identifying the Fine Size Limit of Recovery
J. E. Nasset, J. A. Finch
62. Processing Finely Ground Oxidized Taconite by Wet High-Intensity Magnetic Separation
D. M. Hopstock, A. F. Colombo
- 8. Gravity and Hydrometallurgy** (3)
69. Slime Recovery by Gravity Concentration—A Viable Alternative?
R. O. Burt
70. Gravitational Beneficiation of Ultrafine Grains of Zinc-Lead Ores from Olkusz Region
W. Blaschke, E. Malysa
71. Hydrometallurgical Processing of Fine Mineral Particles
G. W. Warren, M. E. Wadsworth
- 9. Agglomeration** (6)
72. Agglomeration—The State of the Art
C. A. Holley
73. Principles and Applications of Size Enlargement in Liquid Systems
C. E. Capes
- 10. Solid/Liquid Separation** (8)
78. A Revised Approach to the Theory of Cake Filtration
F. M. Tiller, J. R. Crump, F. Ville
79. Effects of Particle Properties on Filtration of Aqueous Suspensions
M. E. Tadros, I. Mayes
- 11. Waste Treatment** (6)
86. Resources Potential of Mineral and Metallurgical Wastes
H. S. Hanna, C. Rampacek
87. Solid Waste Disposal in the Mining Industry
R. D. Hill, J. L. Auerbach

3. 微粒子の鉱物処理工学研究委員会の活動状況

このような状況から、日本鉱業会内に微粒子の鉱物処理工学研究委員会が設置され、昭和56年度と昭和57年度の2ケ年にわたり、日本鉱業振興会から研究費のご援助をいただいて微粒子の鉱物処理工学に関する研究を実施し、その成果をそれぞれ昭和57年度と昭和58年度の全国地下資源関係学協会合同秋季大会（昭和57年10月15～17日、北九州市、昭和58年10月6～8日、仙台市）において報告した。その際各研究委員が報告した研究題目はつぎのようである。

昭和57年の秋季大会

1. 高速衝撃による微粉砕
東大 井上外志雄・岡屋克則
2. 石油ピッチの微粉砕
東北大 八嶋三郎・山本泰二・堀田浩充・荒井豊
3. 担体浮選の適用性の検討
岩手大 長谷部 茂・中沢 広
4. 鉱物の微粒化に伴う物性および浮選特性の変化
京大 若松貴英・中広吉孝
5. 微細鉄鉱石の逆浮選（その1）
—ヘマタイトとディッカイトの分離—
東北大 下飯坂潤三・東亜興発 福岡 信
東北大 吉川逸治
6. 微細鉄鉱石の逆浮選（その2）
—ヘマタイトと石英の分離—
東北大 臼井進之助・武田 進
7. 堂屋敷選鉱工場における微粒子の浮選挙動
同和鉱業花岡 金谷浩一郎・恩田達也・桜庭正則
8. HGMSによる微粒子鉱物の処理
日鉄鉱業 堀田祐邦・山崎久雄・俣川恭輔・柏村康輔・中田三郎
9. 明延鉱山における粒度別錫選鉱について
明延鉱業明延 松山弘志・門脇秀行

昭和58年の秋季大会

1. 粉砕助剤による乾式微粉砕
東北大 八嶋三郎 富士石油・荒井 豊
2. 微粒子の分級技術について
—湿式分級の可能性—
東大 岡屋克則・井上外志雄
3. 堂屋敷選鉱工場におけるミルフィードの粉砕特

性

同和鉱業花岡 金谷浩一郎・恩田達也・桜庭正則・川口 純

4. 鉱物の微粒化に伴う物性の変化と浮遊性
京大 中広吉孝・若松貴英
5. Removal of Pyrite from Dickite by High Gradient Magnetic Separation
Tohoku Univ. Junzo Shimoiizaka and Young Sam Kim
6. 担体浮選の適用性の検討
岩手大 長谷部 茂・佐藤敏人・中沢 広
7. モノー、ジーおよびトリアミンによる微粒鉄鉱石の脱珪浮選
東北大 臼井進之助・武田 進

なおこの研究委員会には大学側委員のほかに住友金属鉱山(株)、同和鉱業(株)、日鉄鉱業(株)、日本鉱業(株)、三井金属鉱業(株)、三菱金属(株)の各社から委員が参画した。

4. 超微粒酸化物の製造に関する研究委員会の活動状況

近年における各種金属酸化物の電子材料、セラミックス材料、機能材料への用途の拡大は極めて著しいものがある。酸化物の種類の広がりももちろんではあるが、個々の酸化物についてもその使用目的によって、種々の粒度あるいは形状のものが要求される。たとえばオーディオおよびビデオ用テープ材料としての酸化鉄についてみれば、材質的にはどれも $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ であるが、ゲーサイト経由で製造したものと、レピドクロサイト経由で製造したものとは、製品の磁気特性や形状に若干の差異がみられ、 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 上にコバルト酸化物をエピタキシャル生長させた場合の特性にも製造経路の差異があらわれる。また $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ も従来は $20\text{m}^2/\text{g}$ 程度の微粒子でよいとされて来たものが、最近では目的によっては $40\text{m}^2/\text{g}$ 以上の比表面積をもつものが要求されるようになり、そのうえ形状についても針状結晶のものだけでは不充分とされ、紡錘状粒子の製造に対する要求も増大している。

電子材料、セラミックス材料やその他の機能材料に対する要求も、それらの材料を必要とする分野における技術の開発と共に大きく変化している。現段階では電子材料として粒度のそろった平均粒径 $0.5\mu\text{m}$ 程度の粒子が要求されることが多く、セラミックス材料としてはさらに微粒の平均粒径 $0.05\mu\text{m}$ くらいのものが要

求されることが多いが、焼結時における反応性などの面から、さらに微粒子が要求されることもある。また合繊に混入する導電性白色微粒子などは基本となる白色微粒子そのものが超微粒子であることが必要である。このように見て来ると、脱水、焙焼過程における凝集、焼結を防止して超微粒子を製造するための基礎となる技術を確認しておくことは極めて重要である。このような観点から、一応3年間の計画で、日本鉱業振興会から研究費のご支援をいただき、標記の研究委員会が昭和58年度から発足した。

本研究委員会では化学的手法ならびに機械的手法による超微粒酸化物の製造に重点を置いて研究を進めることとし、以下のように研究課題を分担した。

1. 形状ならびに粒子径のそろった超微粒酸化鉄の製造に関する研究
東北大 佐々木弘委員
2. 湿式法によるスピネル型複合酸化物微粒子の生成と水相分散に関する研究
東北大 下飯坂潤三委員
3. 摩砕による超微粉体の製造に関する研究
東北大 八嶋三郎委員
4. 湿式ボールミル粉碎による超微粉体の製造に関する研究
山形大 神田良照委員
5. 超高速衝撃による超微粉体の生成法の研究
同志社大 奥田 聡委員
6. 超微粒酸化物の製造に関する文献調査
京大 真嶋 宏委員

このようにして各委員ともに研究を開始しているが、これまで数回にわたり研究遂行に資するために各委員のそれぞれの分野における研究成果の報告会を開き討議を行って来た。それを紹介するとつぎのようである。

1. 摩砕による超微粉体の製造に関する基礎的研究
昭和58年8月23日(東京) 東北大 八嶋三郎委員
2. 微粉碎と粉碎エネルギー
昭和58年8月23日(東京) 山形大 神田良照委員

3. 懸濁液の分散

昭和58年12月20日(東京) 東北大 下飯坂潤三委員

4. 単分散超微粒酸化物の生成とその性質

昭和58年12月20日(東京) 東北大 佐々木弘委員

5. ジェットミルによる超微粉体の生成

昭和59年3月28日(東京) 同志社大 奥田 聡委員

6. 磁性流体

昭和59年3月28日(東京) 東北大 下飯坂潤三委員

7. 金属微粒子の合成と分散化処理について

昭和59年7月4日(東京) 東北大 中塚勝人委員

8. プラズマ性ガスによる超微粒化について

昭和59年7月4日(東京) 金材研 宇田雅広

9. 微粉体のメカノケミカル活性化

昭和59年7月4日(東京) 慶応大 仙名 保

なお、7の中塚勝人委員は昭和59年度から下飯坂潤三委員と交替して新しく委員となり、また8の宇田雅広氏と9の仙名保氏は、特に出席していただいて講演をお願いした。この研究委員会の委員は公募により委嘱されており、上記の大学側委員のほかに、坂本宏委員—公害資源研究所資源第3部—が参画しており、また会社側からは住友金属鉱山(株)、東邦亜鉛(株)、同和鉱業(株)、日本鉱業(株)、古河鉱業(株)、三井金属鉱業(株)、小野田セメント(株)、チタン工業(株)からそれぞれ委員が参画している。

5. むすび

以上日本鉱業会における微粒子関係の研究委員会の活動状況に重点をおいて、鉱物処理工学における微粒子の取り扱いに関する研究の流れを概観した。今回粉体工学会において開催された第20回夏期シンポジウム「サブミクロン粒子の制御と応用」において、標記の委員会の現況を報告する機会を与えられたことを深謝申し上げると共に本シンポジウムと、粉体工学会のご発展を祈念します。