

2019年度日本鉱物科学会応用鉱物科学賞第12回受賞者

受賞者：入船 徹男 会員(愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター)

受賞題目：ナノ多結晶ダイヤモンドの合成とその多様な科学研究・新材料創製への応用



授賞理由

ダイヤモンドの単結晶高圧合成は1950年代に初めて報告され、その後工業製品化されて様々な産業において利用されている。一方、天然にはバラス・カーボナード等の多結晶ダイヤモンドが存在し、高い硬度に加えて、優れた靱性特性を有することが知られているが、そのような純粋なダイヤモンド多結晶体の合成は困難であった。

入船会員はマルチアンビル型高圧装置を用いた超高圧合成法により、圧力15万気圧以上、温度2300 °C以上の領域において、グラファイトを用いた無触媒・直接変換法により、純粋な多結晶ダイヤモンド焼結体の合成に初めて成功した (Iribune et al., 2003)。

同焼結体は、粒径10-20 nmと極めて小さいダイヤモンド結晶より構成されるため、ナノ多結晶ダイヤモンド (NPD, 通称“ヒメダイヤ”) と名付けられた。NPDは、高い透光性と単結晶ダイヤモンドを越える高い硬度を有するのが特徴である。

入船会員はその後、共同研究先の住友電気 (株) とともに、NPDの高品質化・大型化に取り組み、長さ・直径ともに1 cm程度までの円柱試料の合成技術を確認した。また、2011年度に同社から製品化されたNPDは、日刊工業新聞社の2012年10大新製品賞を受賞するなど、非鉄金属の微細加工等において高い評価を受けている。超高圧下 (10万気圧以上) での合成物質としては、世界で初めて製品化に成功した例であり、産業界において大きなインパクトを与えている。

一方で、入船会員は国内外の研究グループとともに、NPDの研究用途での応用にも尽力し、ダイヤモンドアンビル装置 (DAC) による500万気圧・マルチアンビル装置 (MA) による150万気圧領域の超高圧発生や、回転DACによる135万気圧領域での変形実験、大型DACによる80万気圧領域での中性子回折実験、MAによる4000Kの超高温発生など、超高圧実験技術におけるブレークスルーを次々ともたらしている。候補者が主著者・共著者として国際誌に発表したNPD関連の論文は、2003年の最初の論文発表以降、108編に及ぶ。

さらに入船会員はNPD合成手法の応用を通して、ステショバイトやガーネット、立方晶窒化ホウ素、カヤナイト、ジェーダイトなどの高品質多結晶焼結体 (透明ナノセラミックス) の合成にも成功している。これらのナノセラミックスは高い硬度や靱性、単結晶に匹敵する高い透光性など、従来のセラミックスにない特徴を備えており、今後様々な研究・工業分野への応用も見込まれる。

以上より、入船徹男会員のナノ多結晶ダイヤモンド合成技術の開発と、その多様な科学研究・新規ナノ材料創製への応用は、鉱物科学の応用研究における顕著な業績であり、日本鉱物科学会応用鉱物科学賞に推薦する。

入船徹男会員の主要関連論文

1. Iribune, T., Kurio, A., Sakamoto, S., Inoue, T. and Sumiya, H., Ultrahard polycrystalline diamond from graphite, *Nature* 421, 599-600, 2003.
2. 入船徹男, 超高圧下でのダイヤモンド直接変換合成, *高圧力の科学と技術* 13, 258-264, 2003.
3. Iribune, T., Kurio, A., Sakamoto, S., Inoue, T., Sumiya, H. and Funakoshi, K., Formation of pure polycrystalline diamond by direct conversion of graphite at high pressure and high temperature, *Phys. Earth Planet. Inter.* 143-144, 593-600, 2004.
4. Iribune, T. and Sumiya, H., Nature of polycrystalline diamond synthesized by direct conversion of graphite using Kawai-type apparatus, *New Dia. Front. Carbon Tech.* 14, 313-327, 2004.
5. 入船徹男, 角谷均, ナノ多結晶ダイヤモンドの超高圧合成と特性・応用, *セラミックス* 46(5), 365-371, 2011.
6. 入船徹男, 角谷均, ナノ多結晶ダイヤモンド (NPD) の合成と超高圧研究への応用, *高圧力の科学と技術* 21, 278-284, 2012.
7. Iribune, T. and Hemley, R.J., Synthetic diamond opens windows into the deep Earth, *EOS Trans. AGU* 93, 65-66, 2012.
8. 入船徹男, 大型ナノ多結晶ダイヤモンドの合成と超高圧実験への応用, *New Diamond* 29, 14-16, 2013.
9. Iribune, T., Isobe, F., and Shinmei, T., A novel large-volume Kawai-type apparatus and its application to the synthesis of sintered bodies of nano-polycrystalline diamond, *Phys. Earth Planet. Inter.* 228, 255-261, 2014.
10. Iribune, T. and Sumiya, H., Nanopolycrystalline diamond without binder and its application to various high-pressure apparatus, *Comprehensive Hard Materials* (eds. Sarin, V. K. and Nebel, C. E.), Elsevier, pp.173-191, 2014.

11. Irifune, T., Kawakami, K., Arimoto, T., Ohfuji, H., Kunimoto, T., and Shinmei, T., Pressure-induced nano-crystallization of silicate garnets from glass, Nature Commun. 7, Art. No. 13753, 2016.
12. 入船徹男, 様々な超硬材料を用いた川井型マルチアンビル装置による高圧発生, 高圧力の科学と技術 28, 3-8, 2018.
13. 入船徹男, 透明ナノセラミックスの超高压合成, 高圧力の科学と技術 28, 162-169, 2018.
14. Irifune, T., Kunimoto, T., Shinmei, T. and Tange, Y., High-pressure generation in Kawai-type multianvil apparatus using nano-polycrystalline diamond anvils, C. R. Geosci. 351, 260-268, 2019.
15. Irifune, T., Ueda, C., Ohshita, S., Ohfuji, H., Kunimoto, T., and Shinmei, T., Synthesis of nano-polycrystalline diamond from glassy carbon at pressures up to 25 GPa, High Press. Res., 40, 96-106, 2020.

入船徹男会員の受賞対象題目に関連した特許

1. 「ダイヤモンド多結晶およびその製造方法」, 入船徹男
(愛媛大学), 角谷 均 (住友電気工業), 特許第4275896号, 2002.

入船徹男会員の略歴

- 1978年 3月 京都大学理学部地球物理学科卒業
- 1980年 3月 名古屋大学大学院理学研究科地球科学専攻修士課程修了
- 1984年 3月 北海道大学大学院理学研究科地質学鉱物学専攻博士課程 単位取得退学
- 1984年 4月 日本学術振興会奨励研究員
- 1984年 9月 理学博士 (北海道大学) 取得
- 1984年11月 オーストラリア国立大学地球科学研究所博士研究員
- 1987年 9月 北海道大学理学部助手
- 1989年 4月 愛媛大学理学部助教授
- 1995年 9月 愛媛大学理学部教授
- 2001年 4月 愛媛大学地球深部ダイナミクス研究センター教授
- 2012年 1月 愛媛大学特別荣誉教授
- 2013年 1月 東京工業大学地球生命研究所主任研究員 (併任)
- 2020年 9月 現在に至る

入船徹男会員の受賞歴

- 1998年10月 日本鉱物学会賞
- 2004年10月 石川カーボン賞 (石川カーボン科学技術振興財団)
- 2007年 6月 研究進歩賞 (粉体粉末冶金協会)
- 2007年 6月 アレキサンダー・フォン・フンボルト研究賞 (フンボルト財団)
- 2008年 5月 アメリカ地球物理学連合フェロー称号
- 2009年 4月 中国地質大学名誉客員教授称号
- 2009年 7月 日本高圧力学会賞
- 2014年 3月 A.E.リングウッドメダル (オーストラリア地質学会)
- 2015年 4月 紫綬褒章
- 2016年 4月 R.W.ブンゼンメダル (ヨーロッパ地球科学連合)
- 2016年 9月 四川大学名誉教授称号
- 2017年 5月 日本地球惑星科学連合フェロー称号
- 2018年 1月 愛媛新聞賞