日本国際賞受賞者 D.Turnbull 博士とその業績

小 岩 昌 宏*

ハーバード大学教授 David Turnbull 博士は、「アモルファス材料など新素材技術への材料科学的貢献」により、日本国際賞 (Japan Prize) の授賞者に選ばれ、1986 年 4 月 19 日に東京国立劇場で開催された授賞式に出席のため来日し、東京、京都において記念講演を行った。本稿では、この賞の創設・実施に当たっている国際科学技術財団発行の資料等にもとづいて、同博士の略歴・業績、講演要旨などを紹介する。

<略 歴>†

生年月日：1915 年 2 月 8 日 米国イリノイ州キュワニ郊外に生まれる

学 歴：1936 年 イリノイ州モンマウス・カレッジ卒業

1939 年 イリノイ大学より博士号取得 (物理化学専攻)

名誉学位：1958 年 モンマウス・カレッジ 名誉理学博士号

1962 年 ハーバード大学 名誉修士号

職 歴：ケース・インスティテュート・オブ・テクノロジー (Case Institute of Technology) を経て、1946 年ゼネラル・エレクトリック (株) 研究所に勤務、1950 年化学冶金室長に就任、1954 年レンセラー・ポリテクニク・インスティテュート (Rensselaer Polytechnic Institute) 客員教授に就任、この間 (57~58 年) に英国ケンブリッジ大学キャベンディッシュ研究所に出張、1962 年ハーバード大学に迎えられ、現在、同大学応用物理学教授。

所 属：Gordon McKay Professor of Applied Physics, Division of Applied Sciences, Harvard University, Cambridge, MA 02138, U.S.A.

<業 績>†

アモルファス材料の出現は、先端技術と材料科学に対して、新鮮かつ多面的なインパクトを与えつつある点で、近年における特筆するべき材料革命の 1 つである。

材料としてのガラスをみるに至ったのは、アモルファス状態への転移に関するターンブル博士らの理論的予見 (1958 年) が、彼の親しい友人であるポール・デュエ博士 (カリフォルニア工科大学教授、1984 年 12 月死去) によって、共晶合金 (Au-Si) の急冷実験で劇的に実証 (1960 年) されたときに開かれたと言っても過言ではない。ターンブル博士の理論によれば、いかなる液体も、急速に冷却され、しかもその粘性が十分大きければ、アモルファス化する可能性がある。

ターンブル博士は以来今日まで、金属 (合金) ばかりでなく、ポリマー、セラミックスあるいは半導体をも含めて、アモルファス材料の生成条件とその安定性、あるいはその構造と性質に関する指導理論を次々と展開し、協同研究者との見事な実験的裏付けと相まって、未知のアモルファス材料の製造に対して測り知れない貢献を果たしてきた。

ターンブル博士はアモルファス材料以外でも優れた業績を挙げている“材料科学分野の巨星”であり、もの静かで目立つことをしない性格の持ち主であるが、彼の指導原理なくしてアモルファス材料の今日の隆盛と発展のなかったであろうことは、識者の等しく認めるところである。

ターンブル博士のアモルファス状態生成の理論的予見は、1940 年代から 50 年初頭にかけての液体からの結晶の核生成に関する新しい理論 (今日では古典とされている) や、金属液滴の過冷却現象に関する独創的実験、あるいは液体における原子輸送現象などに関する考察からの、いわば、当然の帰結でもあった。

また、結晶粒界や転位に沿う異常に速い拡散現象の発見は、高密度セラミックスの製造への指針となり、また特定の合金にみられる解離拡散の発見や F.C. フランク博士の機構と並び称される結晶成長機

* 京都大学教授；工学部金属加工学科
Professor D. Turnbull-Laureate for the 1986 Japan Prize;
Masahiro Koiwa (Faculty of Eng. Kyoto Univ. Kyoto)
Keywords: amorphous state, metastable state, glassy state, crystallization
1986 年 4 月 26 日受理

† 国際科学技術財団発行資料による。

構の創案は、半導体材料における不純物拡散や格子欠陥のない結晶の製造への直接的寄与を果たしたものと今日では評価されている。

材料のもつ複雑な現象や経験的事実から、その本質を見極めて理論を展開し、美しい実験的検証をへて、新材料創出への指導原理を樹立していく手法は、phenomenologist と自称するターンプル博士独特のものである。

博士はハーバード大学の代表的学者として多くの尊敬をうけ、また長年にわたりフレドリック・サイツ博士らと共に、Solid State Physics の編集者として今日に至っていることも、その声望を物語っている。

(注) 最近では、液体から急冷しなくてもアモルファスとなる合金の成分特性を提示し、実際に徐冷により部厚い(〜1 cm 厚)アモルファス合金の生成に成功している。

講演要旨†

アモルファス固体状態の 形成と本質

(The Formation and Nature of the
Amorphous Solid State)

過去 30 年間にアモルファス固体に関する研究は以下の諸要因により急速な発展を見た。ひとつには規則正しく原子が整列した固体に関する理解が成熟した後を受けて、原子配列が著しく乱れた固体がどんな性質を示すか科学的興味をそそったこと、また、これまでなりそうもないと考えられていた物質(たとえば金属合金)でもガラスあるいはアモルファス固体になることが発見されたこと、さらには、これらの新しい材料の中には技術的に非常に重要なものがあることが示されたためである。ある種の金属は融体急冷(melt quench)によりガラス状態にできることを故 Pol Duwez とその学生が発見したことにより、アモルファス固体の形成は凝集力の性質それ自体によって制約されているのではなく、どんな性質の凝集力——共有結合、イオン結合、ファン・デル・ワールス、金属結合——で構成されている物質であってもアモルファス状態にできることが明らかになった。

経験によれば、すべての物質についてアモルファス固体状態はある種の結晶状態——均一単相あるいは相分離状態の——よりは不安定である。したがって、アモルファス固体を形成させ、かつその状態にとどまらせるためには、熱力学的にはより好ましい結晶化への道をバイパスさせ、抑制しなければならない。

アモルファス固体のごとき原子配列を“凍結した”準安定状態を作り出すための一般的な方法は、次の 3 段階過程として記述できよう。

† 本稿は、4 月 21 日京都国際会館で開催された記念講演会で配布された資料の英文要旨を訳したものである。同資料にも訳文が掲げられているが、適切でない訳語、表現も散見されるので筆者が独自に訳したものである。

デビッド・ターンプル博士
(David Turnbull, Ph.D.)

(1) 融解、溶解、照射、冷間加工などの方法により、物質をエネルギー的に高い状態にする(energization)こと。

(2) その状態から、急冷あるいは何らかの凝集過程により、エネルギーを取り去る(deenergization)こと。

(3) もし準安定状態が形成されたら、さらにエネルギーを取り去って、速度論的に(kinetically)そこにとどめてしまうこと。

エネルギーを取り去る過程では、さまざまな道筋を熱力学的に選択する機会がある。準安定相が出現するためには、より安定な状態よりもその状態が速度論的に優先される必要がある。事実、経験の教えるところによれば、準安定状態は通常速度論的に選択されており、かつその状態のエントロピーは初期状態に対する値にもっとも近いのである。原子の再配列がもっとも少なくて済むような過程は、通常エントロピー変化が最小の過程であり、したがって速度論的にもっとも好まれるものと考えてよいであろう。いうなれば、“再配列最小限”の原理が構造変化(structural evolution)の速度論的優先性(kinetic preference)を支配しているのである。

結晶化は常に原子の短範囲規則配列を再構築しようとするのに対し、アモルファス固体は構造崩壊 (structural collapse) により形成されるから、アモルファスが結晶性固体よりも速度論的にいつも好まれるのは再配列最小限の原理によるものと思われる。しかしながら、しばしばアモルファス固体を作ることが困難であるのは、速度論的にその状態に落ちこませる (to trap kinetically) ことがむづかしいか、あるいは結晶化をしようという熱力学的因子があまりに大きいためであろう。

共有結合的、半導体的、金属的——の異なるクラスのアモルファス固体の構造を記述すべく、さまざまなモデルが提案されてきているが、おおむね3つのタイプに分類できる。

- ・微小結晶体 (microcrystallite) モデル
- ・連続ランダム (continuous random network (CRN)) モデルおよび最密ランダム充填 (dense random packed (DRP)) モデル
- ・アモルファス・クラスター (amorphous cluster) モデル

微小結晶体モデルを受入れる上で一番ひっかかるのは、融体およびガラスの結晶化は、常に結晶核生成と成長を経て起り、粒粗大化によるものではないという事実である。さらにいえば、結晶成長は一般的にいって、わずかな過冷却でも容易に測ることができる程度の速度で進行するのに対し、ガラス形成物質の融体は、非常な過冷却をしてはじめて均一核形成が測定しうるほどの速さになる、という点である。融体は、たとえそれが単原子物質であっても、結晶核形成に対する抵抗が非常に大きいという事実は、以下のことを強く示唆している。すなわち、3次元結晶化が起るためには融体もしくはガラス中において、原子配列の短範囲規則性の本質的な再構築が是非とも必要であるということである。これはまさしく、連続ランダムあるいはアモルファス・クラスター構造が結晶化する際に必要と思われることである。回折データからみちびかれるガラスの二体分布関数は、一般に微小結晶体モデルよりも上述のモデルの方によく一致している。

構造緩和および融体⇄ガラス転移 (レオロジー、熱、体積などの諸性質の変化に現れる) 挙動は、どの型のアモルファス固体でもよく似通っている。融体が結晶化する際の動力学的抵抗 (kinetic resistance) は、規格化した融体⇄ガラス転移温度 $T_{rg} = T_g/T_1$ の増加につれて著しく増加する、ということは理論の示唆するところであり、実験的にも一般に確められている。ここで、 T_g は実際の転移温度、 T_1 は熱力学的結晶化温度である。 T_1 と T_g の間の準安定域においては、結晶成長速度は通常かなりの大きさで、非常に大きい場合もある。だから、融体をガラス状態に急冷するためには、この領域におけ

る核生成頻度が無視できるほど小さいことが必須の条件である。かなり大量の液体をゆっくり冷却して作ることのできる普通のガラス——シリカを基とするものやカルコゲナイド——は T_{rg} が 0.65 以上である。これに対し、金属ガラスを形成する融体は、 T_{rg} の値がかなり低く、これを反映して非常に結晶化しやすい。これらの T_{rg} の値は 0.45 から高々 0.67 と報じられている。また、非金属ガラスとはちがって、融体急冷あるいは凝縮により金属性アモルファス固体を作るには、相当量の不純物を均質に含む混合物を用いねばならないことが知られている。純金属のアモルファス固体における結晶成長を急冷によって阻止することは不可能である——という証拠は数多くある。

*したがって、金属のアモルファス固体が形成されるための必要条件是、その組成の均一過飽和固溶体 (結晶性固体である) を形成することが熱力学的に許されず、“不純物の再分布——複数の相への分配とか局部的再配列により——が熱力学的に不可避である”ことである。

* このパラグラフに対する原文は下記の通りであるが、理解しがたいので新宮秀夫教授の助言により言葉を補って上述の如く訳した。

Thus, a thermodynamic requisite for impurity redistribution, by partitioning or local reordering, which is quench suppressible, is a necessary condition for amorphous solid formation by metals.

もちろん、この不純物の再分布を急冷により阻止しうる (速度論的) ことが、実際にアモルファス固体を作りうるための条件である。

また、液相温度を大きく低下させるような不純物を添加すると金属ガラスの形成が容易になるが、通常 T_g は不純物濃度にそれほど依存しないため、 T_{rg} を増加 (T_1 が下がったことにより) させた効果と解される。

アモルファス固体状態のきわだった特徴は異なるタイプの物質でもよく似ているが、アモルファス固体の工業的利用という点になると物質のタイプにより大幅に変わってくる。共有結合性の絶縁ガラスは、その絶縁的特性に加えて透明であることから大量に利用されている。カルコゲナイドやアモルファス・シリコンのようなアモルファス半導体は、その光-電子応答特性の故に有用である。強磁性金属ガラスは磁気的に非常にソフトであり、変圧器用芯材料としての重要な使い道がある。また、あるものは格段の耐食性を示すが、これはその構造的および組成的均一性に由来するものと考えられている。これらの性質に加えて、力学的強度が著しく大きく、合金の大部分のものはある程度の延性をも備えているので、金属ガラスの工業上の重要性は今後ますます増大するであろう。

D.Turnbull 博士の論文リスト

このリストは、1948 年以降の同博士の全論文リストである。単著論文については著者名を省略した。なお、1939～1947 年の間に高圧気体の熱力学的性質、金属合金の腐食などに関する 18 篇の論文を發表されているが、ここでは省略した。

1. "Transient Nucleation", *Metals Technology*, TP 2365, June (1948).
2. J.C.Fisher, J.H.Hollomon and D.Turnbull, "Absolute Reaction Rate Theory for Diffusion in Metals", *Metals Technology*, TP 2344, February (1948).
3. J.C.Fisher, J.H.Hollomon and D.Turnbull, "Nucleation", *J. Appl. Phys.*, 19(1948), 775.
4. D.Turnbull and J.C.Fisher, "Rate of Nucleation in Condensed Systems", *J. Chem. Phys.*, 17(1949), 71.
5. R.L.Fullman and D.Turnbull, "Physical Metallurgists" or "Review of Physical Metallurgy", *J. Metals*, March (1949), 1.
6. J.C.Fisher, J.H.Hollomon and D.Turnbull, "Nucleation of Phase Transformations", *Metals Technology*, Technical Note 5, (1948).
7. J.C.Fisher, J.H.Hollomon and D.Turnbull, "Rate of Nucleation of Solid Particles in a Subcooled Liquid", *Science*, 109(2825) : 168, February (1949).
8. "The Subcooling of Liquid Metals", *J. Appl. Phys.*, 20(1949), 817.
9. A.M.Turkalo and D.Turnbull, "Some Observations on the Rate of Secondary Recrystallization in High Purity Copper", *J. Metals, Transactions Section*, 185(1949), 663.
10. J.C.Fisher, J.H.Hollomon and D.Turnbull, "Kinetics of the Austenite-Martensite Transformation", *J. Metals, Transactions Section*, 185(1949), 691.
11. "Principles of Solidification", *Thermodynamics in Physical Metallurgy*, Cleveland : American Society for Metals, pp. 282-306, February (1950).
12. "Kinetics of Heterogeneous Nucleation", *J. Chem. Phys.*, 18(1950), 198.
13. "Correlation of Liquid-Solid Interfacial Energies Calculated from Supercooling of Small Droplets", *J. Chem. Phys.*, 18(1950), 769.
14. "Isothermal Rate of Solidification of Small Droplets of Mercury and Tin", *J. Chem. Phys.*, 18(1950), 768.
15. "The Supercooling of Aggregates of Small Metal Particles", *J. Metals*, 188(1950), 1144.
16. D.Turnbull and R.E.Cech, "Microscopic Observation of the Solidification of Small Metal Droplets", *J. Appl. Phys.*, 21(1950), 804.
17. "Formation of Crystal Nuclei in Liquid Metals", *J. Appl. Phys.*, 21(1950), 1022.
18. R.E.Cech and D.Turnbull, "Microscopic Observation of the Solidification of Cu-Ni Alloy Droplets", *J. Metals, Transactions Section*, pp. 242-243, March (1951).
19. R.E.Hoffman and D.Turnbull, "Lattice and Grain Boundary Self-Diffusion in Silver", *J. Appl. Phys.*, 22 (1951), 634.
20. J.H.Hollomon and D.Turnbull, "The Nucleation of the Solid", *Trans. Metall. Soc. of AIME*, pp. 1-23, (1951).
21. "Theory of Grain Boundary Migration Rates", *J. Metals*, III (8) : 1-7, and *Trans. AIME*, 191(1951), 1.
22. "Grain Boundary and Surface Diffusion", *Atom Movements*, American Society of Metals Special Volume, pp. 129-152, (1951).
23. J.H.Hollomon and D.Turnbull : "Solidification of Lead-Tin Alloy Droplets", *J. Metals*, III (9) : 803-805, and *Trans. AIME*, 191(1951), 803.
24. "Kinetics of Solidification of Supercooled Liquid Mercury Droplets", *J. Chem. Phys.*, 20(1952), 411.
25. D.Turnbull and B.Vonnegut, "Nucleation Catalysis", *Industrial and Engineering Chemistry*, 44(1952), 1292.
26. J.H.Hollomon and D.Turnbull, "Nucleation", in *Progress in Metal Physics*, 4(1953), 333.
27. R.E.Hoffman and D.Turnbull, "Effect of Impurities on the Self-Diffusion of Silver", *J. Appl. Phys.*, 23(1952), 1409.
28. "Theory of Catalysis of Nucleation by Surface Patches", *J. Chem. Phys.*, 20(1952), 1327.
29. "Theory of Catalysis of Nucleation by Surface Patches", *Acta Met.*, 1(1953), 8.
30. J.C.Fisher and D.Turnbull, "Influence of Stress on Martensite Nucleation", *Acta Met.*, 1(1953), 310.
31. J.C.Fisher and D.Turnbull, "Calculation of Martensite Nucleus Energy Using the Reaction-Path Model", *J. Metals*, 5(1953), 1.
32. R.E.Cech and D.Turnbull, "Magnetic Transformation of Iron in Copper Matrix at Low Temperatures", *J. Metals, Trans. AIME*, pp. 45-46, January (1954).
33. "The Kinetics of Precipitation of Barium Sulfate from Aqueous Solution", *Acta Met.*, 1(1953), 684.
34. D.Turnbull and R.E.Hoffman, "The Effect of Relative Crystal and Boundary Orientations on Grain Boundary Diffusion Rates", *Acta Met.*, 2(1954), 419.
- 34.* J. E. Burke and D. Turnbull, "Recrystallization and Grain Growth", *Progress in Metal Physics*, Ed. by B. Chalmers, London : Pergamon Press, (1952), p. 220.
35. D.Turnbull and H.N.Treafis, "Kinetics of Precipitation of Tin from Lead-Tin Solid Solutions", *Acta Met.*, 3 (1955), 43.
36. "Theory of Cellular Precipitation", *Acta Met.*, 3(1955), 55.
37. "Diffusion Short Circuits and Their Role in Precipitation", *Defects in Crystalline Solids*, Report of Physical Society Bristol Conference, (1954), p. 203.
38. J.B.Newkirk and D.Turnbull, "Nucleation of Ammonium Iodide Crystals from Aqueous Solutions", *J. Appl. Phys.*, 26(1955), 579.
39. "Role of Structural Impurities in Phase Transformations", *Impurities and Imperfections*, American Society of Metals, (1955), p. 121.
40. R.E.Hoffman, D.Turnbull and E.W.Hart, "Self-Diffusion in Dilute Binary Solid Solutions", *Acta Met.*, 3 (1955), 417.
41. R.E.Cech and D.Turnbull, "Heterogeneous Nucleation of the Martensite Transformation", *J. Metals*, pp. 1-9, February (1956).
42. W.B.Hillig and D.Turnbull, "Theory of Crystal Growth in Undercooled Pure Liquids", *J. Chem. Phys.*, 24(1956), 914.
43. W.DeSorbo and D.Turnbull, "Kinetics of Precipitation in Small Lead-Tin Spheres", *Acta Met.*, 4(1956), 495.
44. F.C.Frank and D.Turnbull, "Mechanism of Diffusion of Copper in Germanium", *Phys. Rev.*, 104(1956), 617.
45. "Phase Changes", *Solid State Physics*, III : 225-306, (1956).
46. E.W.Hart, R.E.Hoffman and D.Turnbull, "Self-Diffusion in Dilute Binary Solid Solutions - II", *Acta Met.*, 5 (1957), 74.
47. "Possible Role of Inclusions in the Formation of Crystal Reorientation Nuclei", *Acta Met.*, 5(1957), 502.
48. D.Turnbull and H.N.Treafis, "On the Rate of Formation of Guinier-Preston Zones in Al-Ag Alloys", *Acta Met.*, 5(1957), 534.
49. "Remarks on the Theory of Heterogeneous Nucleation of Crystals", *Proceedings Woods Hole Conference*, (1955), p. 355.
50. J.E.May and D.Turnbull, "Secondary Recrystallization in Silicon Iron", *Trans. Metall. Soc. of AIME*, 212 (1958), 769.
51. W.DeSorbo, H.N.Treafis and D.Turnbull, "Rate of Clustering in Al-Cu Alloys at Low Temperatures", *Acta Met.*, 6(1958), 401.
52. H.S.Rosenbaum and D.Turnbull, "On the Precipitation of Silicon Out of a Supersaturated Aluminum-Silicon Solid Solution", *Acta Met.*, 6(1958), 653.
53. D.Turnbull and H.N.Treafis, "Micrographic Investigation of Precipitation in Pb-Sn Alloys", *Trans. Metall. Soc. of AIME*, 212(1958), 33.
54. R.E.Cech and D.Turnbull, "Shock-Induced Martensitic Transformation", *Trans. Metall. Soc. of AIME*, 212 (1958), 395.
55. D.Turnbull and M.H.Cohen, "Concerning Reconstructive Transformation and Formation of Glass", *J. Chem. Phys.*, 29(1958), 1049.
56. "International Conference on Crystal Growth" - A Review Article, *Physics Today*, 12(1959), 16.
57. D.Turnbull, H.S.Rosenbaum and H.N.Treafis : "Kinetics of Clustering in Some Aluminum Alloys", *Acta Met.*, 8 (1960), 277.

58. D.Turnbull and R.E.Hoffman, "A Correlation of Data on Diffusion of Solutes in Face-Centered Cubic Metals", *Acta Met.*, 7(1959), 407.
59. W.DeSorbo and D.Turnbull, "Quenching of Imperfections in Aluminum", *Acta Met.*, 7(1959), 83.
60. J.E.May and D.Turnbull, "Effect of Impurities on the Temperature Dependence of the (110) [001] Texture in Silicon-Iron", *J. Appl. Phys. Suppl.*, 30(1954), 210 S.
61. W.DeSorbo and D.Turnbull, "Kinetics of Vacancy Motion in High-Purity Aluminum", *Phys. Rev.*, 115 (1959), 560.
62. H. S. Rosenbaum and D.Turnbull, "Metallographic Investigation of Precipitation of Silicon from Aluminum", *Acta Met.*, 7(1959), 664.
63. H.S.Rosenbaum, D.Turnbull and E.Alessandrini, "On the Orientation of Silicon Precipitating from an Al-Rich Solid Solution", *Acta Met.*, 7(1959), 678.
64. M.H.Cohen and D.Turnbull, "Molecular Transport in Liquids and Glasses", *J. Chem. Phys.*, 31(1959), 1164.
65. G.Ehrlich and D.Turnbull, "Surface Structure and Chemical Interaction", *Physical Metallurgy of Stress Corrosion Fracture*, Ed. by T.N. Rhodin, New York, Interscience Publishers, (1959), p. 47.
66. D.Turnbull and M.H.Cohen, "Crystallization Kinetics and Glass Formation", *Modern Aspects of the Vitreous State*, Ed. by J.D.MacKenzie, London: Butterworth and Co. Publishers Ltd., (1960), p. 38.
67. D.Turnbull and R.L.Cormia, "A Dynamic Hard Sphere Model", *J. Appl. Phys.*, 31(1960), 674.
68. D.Turnbull and R.L.Cormia, "Kinetics of Later Stages of Clustering in Al-Cu Alloy", *Acta Met.*, 8(1960), 747.
69. N.G.Ainslie, V.A.Phillips and D.Turnbull, "Sulfur Segregation at α -Iron Grain Boundaries -II", *Acta Met.*, 8(1960), 528.
70. M.H.Cohen and D.Turnbull, "Composition Requirements for Glass Formation in Metallic and Ionic Systems", *Nature*, 189(4759) : 131-132, January (1961).
71. D.Turnbull and M.H.Cohen, "Free-Volume Model of the Amorphous Phase: Glass Transition", *J. Chem. Phys.*, 34(1961), 120.
72. D. Turnbull and R. L. Cormia, "Kinetics of Crystal Nucleation in Some Normal Alkane Liquids", *J. Chem. Phys.*, 34(1961), 820.
73. "The Liquid State and the Liquid-Solid Transition", The 1961 Institute of Metals Division Lecture, *Trans. Metall. Soc. AIME*, 221(1961), 422.
74. "On the Relation between Crystallization Rate and Liquid Structure", *J. Phys. Chem.*, 66(1962), 609.
75. N.G.Ainslie, C.R.Morelock and D.Turnbull, "Devitrification Kinetics of Fused Silica", *Symposium on Nucleation and Crystallization in Glasses and Melts*, Ed. by M.K.Reser, G.Smith and H.Insley, American Ceramic Society, (1962), p. 97.
76. N.G.Ainslie, J.E.MacKenzie and D.Turnbull, "Melting Kinetics of Quartz and Cristobalite", *J. Phys. Chem.*, 65(1961), 1718.
77. R.L.Cormia, F.P.Price and D.Turnbull, "Kinetics of Crystal Nucleation in Polyethylene", *J. Chem. Phys.*, 37(1962), 1333.
78. R.L.Cormia, J.D.MacKenzie and D.Turnbull, "Viscous Flow and Melt Allotropy of Phosphorus Pentoxide", *J. Appl. Phys.*, 34(1963), 2245.
79. R.L.Cormia, J.D.MacKenzie and D.Turnbull, "Kinetics of Melting and Crystallization of Phosphorus Pentoxide", *J. Appl. Phys.*, 34(1963), 2239.
80. M.H.Cohen and D.Turnbull, "Metastability of Amorphous Structures", *Nature*, 203(4948) : 964, August (1964).
81. "Free Volume Model of the Liquid State", *Liquids: Structure, Properties, Solid Interactions*, Ed. by T.J. Hughel, Amsterdam, Elsevier Publishing Company, (1965), p. 6.
82. "Thermodynamics and Kinetics of Formation of the Glass State and Initial Devitrification", *Physics of Non-Crystalline Solids*, *Proceedings of the International Conference*, Delft, 1964, Ed. by J.W.Prins, Amsterdam: North Holland Publishing, pp. 41-56.
83. "The Undercooling of Liquids", *Scientific American*, 212(1965), 38.
84. I. S. Servi and D. Turnbull, "Thermodynamics and Kinetics of Precipitation in the Copper-Cobalt System", *Acta Met.*, 14(1966), 169.
85. T.R.Anthony and D.Turnbull, "On the Theory of Interstitial Solutions of the Noble Metals in Lead, Tin, Thallium, Indium, and Cadmium", *Appl. Phys. Lett.*, 8 (1966), 120.
86. B.F.Dyson, T.Anthony and D.Turnbull, "Interstitial Diffusion of Copper and Silver in Lead", *J. Appl. Phys.*, 37(1966), 2370.
87. T.R.Anthony, B.F.Dyson and D.Turnbull, "Pressure Dependence of Interstitial-Substitutional Dissociative Diffusion", *J. Appl. Phys.*, 37(1966), 2925.
88. J.R.Burns and D.Turnbull, "Kinetics of Crystal Nucleation in Molten Isotactic Polypropylene", *J. Appl. Phys.*, 37(1966), 4021.
89. Definitions of "Nucleation", "Nucleation and Growth in Recrystallization", "Nucleation Phenomena in Liquids", "Precipitation in Alloys" and "Transformation, Diffusionless", *Encyclopaedic Dictionary of Physics*, Oxford: Pergamon Press, T39 1-4.
90. "Interstitial Solutions of Noble Metals in Metals and Semiconductors", *Proceedings of the Memorial Lecture Meeting on the Tenth Anniversary of the Foundation of National Research Institute of Metals*, 1966.
91. T.R.Anthony and D.Turnbull, "Interstitial Diffusion of Gold and Silver in Indium", *Phys. Rev.*, 151(1966), 495.
92. D.R.Uhlmann, J.F.Hays and D.Turnbull, "The Effect of High Pressure on Crystallization Kinetics with Special Reference to Fused Silica", *Physics and Chemistry of Glasses*, 7(5) : 159-168, October (1966).
93. T.P.Seward III, D.R.Uhlmann, D.Turnbull and G.R. Pierce, "Transmission Electron Microscopy of Thin Glass Samples", *J. Am. Ceram. Soc.*, 50(1967), 25.
94. K.N.Tu and D.Turnbull, "Morphology of Cellular Precipitation of Tin from Lead-Tin Bicrystals", *Acta Met.*, 15(1967), 369.
95. R. J. Greet and D. Turnbull, "Glass Transition in o-Terphenyl", *J. Chem. Phys.*, 46(1967), 1243.
96. D.R.Uhlmann, J.F.Hays and D.Turnbull, "The Effect of High Pressure on B_2O_3 : Crystallization, Densification and the Crystallization Anomaly", *Physics and Chemistry of Glasses*, 8(1) : 1-10, February (1967).
97. H.S.Chen and D.Turnbull, "Thermal Evidence of a Glass Transition in Gold-Silicon-Germanium Alloy", *Appl. Phys. Lett.*, 10(1967), 284.
98. K.N.Tu and D.Turnbull, "Morphology of Cellular Precipitation of Tin from Lead-Tin Bicrystals -II", *Acta Met.*, 15(1967), 1317.
99. B.F.Dyson, T.R.Anthony and D.Turnbull, "Interstitial Diffusion of Copper in Tin", *J. Appl. Phys.*, 38(1967), 3408.
100. H. S. Chen and D. Turnbull, "Thermal Properties of Gold-Silicon Binary Alloy Near the Eutectic Composition", *J. Appl. Phys.*, 38(1967), 3646.
101. R.J.Greet and D.Turnbull, "Test of Adam-Gibbs Liquid Viscosity Model with o-Terphenyl Specific-Heat Data", *J. Chem. Phys.*, 47(1967), 2185.
102. K. N. Tu and D. Turnbull, "Analysis of Kinetics of Boundary Diffusion Limited Cellular Precipitation", *Scripta Met.*, 1(1967), 173.
103. B.G.Bagley, H.S.Chen and D.Turnbull, "Characterization of Amorphous Alloy Films", *Mater. Res. Bull.*, 3(1968), 159.
104. J.R.Burns and D.Turnbull, "Nucleation of Crystallization in Molten Isotactic Polybutene-1", *J. Polymer Science, Part A2*, 6(1968), 775.
105. H.S.Chen and D.Turnbull, "The Specific Heat of Tin and Gallium in Their Stable and Undercooled Pure Liquid States", *Acta Met.*, 16(1968), 369.
106. T.R.Anthony, B.F.Dyson and D.Turnbull, "Diffusion of Gold and Silver in Thallium", *J. Appl. Phys.*, 39 (1968), 1391.
107. T.P.Seward III, D.R.Uhlmann and D.Turnbull, "Phase Separation in the System $BaO-SiO_2$ ", *J. Amer. Ceram. Soc.*, 51(1968), 278.
108. K.N.Tu and D.Turnbull, "Nucleation in Solids: (A) Brief Survey; (B) Cellular Precipitation", *Conference on Phase Transformations*, pp. 1-4.
109. H.S.Chen and D.Turnbull, "Evidence of a Glass-Liquid Transition in a Gold-Germanium-Silicon Alloy", *J. Chem. Phys.*, 48(1968), 2560.
110. B.G.Bagley and D.Turnbull, "Structure Study of an Amorphous Electrodeposited Nickel-Phosphorus Alloy", *J. Appl. Phys.*, 39(1968), 5681.

111. T.P.Seward, D.R.Uhlmann and D.Turnbull, "Development of Two-Phase Structure in Glasses, with Special Reference to the System BaO-SiO₂", *J. Am. Ceram. Soc.*, **51**(1968), 634.
112. H.S.Chen and D.Turnbull, "Formation, Stability and Structure of Palladium-Silicon Based Alloy Glasses", *Acta Met.*, **17**(1969), 1021.
113. K.N.Tu and D.Turnbull, "Morphology and Structure of Tin Lamellae Formed by Cellular Precipitation" *Acta Met.*, **17**(1969), 1263.
114. "Under What Conditions Can a Glass be Formed?", *Contemporary Physics*, **10**(1969), 473.
115. H.S.Chen and D.Turnbull, "Specific Heat and Heat of Crystallization of Amorphous Germanium", *J. Appl. Phys.*, **40**(1969), 4214.
116. H.S.Chen and D.Turnbull, "Formation and Stability of Amorphous Alloys of Au-Ge-Si", *Acta Met.*, **18**(1970), 261.
117. D.Turnbull and M.H.Cohen, "On the Free-Volume Model of the Liquid-Glass Transition", *J. Chem. Phys.*, **52**(1970), 3038.
118. K.N.Tu and D.Turnbull, "Direct Observation of Twinning in Tin Lamellae", *Acta Met.*, **18**(1970), 915.
119. B.G.Bagley and D.Turnbull, "The Preparation and Crystallization Behavior of Amorphous Nickel-Phosphorus Thin Films" *Acta Met.*, **18**(1970), 857.
120. T.R.Anthony, J.W.Miller and D.Turnbull, "Interstitial Dissolution and Diffusion in Metallic Systems", *Scripta Met.*, **3**(1969), 183.
121. J.P.deNeufville, C.H.Drummond III and D.Turnbull, "The Effect of Excess Ge on the Viscosity of GeO₂", *Physics and Chemistry of Glasses*, **11**(6) : 186-191, December (1970).
122. H.Ehrenreich and D.Turnbull, "Some Views on Amorphous Si and Ge", *Comments on Solid State Physics*, Part A2, **3**(1970), 75.
123. J.P.deNeufville and D.Turnbull, "Phase Separation in GeO-GeO₂ Glasses", *Discussions of the Faraday Society*, No.50(1970), p. 182.
124. R.H.Baughman and D.Turnbull, "Vacancy Formation Parameters in Organic Crystals", *J. Phys. Chem. Solids*, **32**(1971), 1375.
125. K.N.Tu and D.Turnbull, "Morphology and Kinetics of the Cellular Dissolution of the Pb-Sn Alloy", *Metall. Trans.*, **2**(1971), 2509.
126. C.H.Bennett, D.E.Polk and D.Turnbull, "Role of Composition in Metallic Glass Formation", *Acta Met.*, **19**(1971), 1295.
127. R.Baughman and D.Turnbull, "Self-Diffusion in Crystalline Hexamethylethane and Cyclooctane", *J. Phys. Chem. Solids*, **33**(1972), 121.
128. D.E.Polk and D.Turnbull, "Flow of Melt and Glass Forms of Metallic Alloys", *Acta Met.*, **20**(1972), 493.
129. "The Liquid State", *Solidification*, Metals Park, Ohio : American Society of Metals, (1971), p. 1.
130. D.Turnbull and D.E.Polk, "Structure of Amorphous Semiconductors", *J. Non-Cryst. Solids*, **8-10**(1972), 19.
131. C.W.Owens and D.Turnbull, "Diffusivity of Sodium in Lead", *J. Appl. Phys.*, **43**(1972), 3933.
132. A.N.Rossolimo and D.Turnbull, "Kinetics and Morphology of Precipitation AuPb₃ from Pb (Au) Solid Solution", *Acta Met.*, **21**(1973), 21.
133. K.S.Kim and D.Turnbull, "Crystallization of Amorphous Selenium Films : I. Morphology and Kinetics", *J. Appl. Phys.*, **44**(1973), 5237.
134. D.Pan and D.Turnbull, "Magnetic Properties of Amorphous Co-P Alloys", *J. Appl. Phys.*, **45**(1974), 1406.
135. F.Spaepen and D.Turnbull, "A Mechanism for the Flow and Fracture of Metallic Glasses", *Scripta Met.*, **8**(1974), 563.
136. D.Pan and D.Turnbull, "Magnetic Properties of Amorphous Ni-P Alloys", *American Institute of Physics Conference Proceedings No.18, Magnetism and Magnetic Materials-1973, 19th Annual Conference*, Boston, New York: American Institute of Physics, (1974), p. 646.
137. "Amorphous Solid Formation and Interstitial Solution Behavior in Metallic Alloy Systems", [Structures Metalloques Desordonnees (Strasbourg, 1973)], *J. de Phys.*, **35**(1974), C4.1.
138. K.S.Kim and D.Turnbull, "Crystallization of Amorphous Selenium Films : II. Photo and Impurity Effects", *J. Appl. Phys.*, **45**(1974), 3447.
139. W.Akutagawa, D.Turnbull, W.K.Chu and J.W.Mayer, "Channeling and Electrical Investigations of Au Doped CdTe", *Solid State Commun.*, **15**(1974), 1919.
140. C.H.Drummond III and D.Turnbull, "Phase Separation in Ge-GeO₂ Glasses", *J. Non-Cryst. Solids*, **17**(1975), 19.
141. W.K.Warburton and D.Turnbull, "Fast Diffusion in Alloys", *Thin Solid Films*, **25**(1975), 71.
142. W.Akutagawa, D.Turnbull, W.K.Chu and J.W.Mayer, "Solubility and Lattice Location of Au in CdTe by Backscattering Techniques", *J. Phys. Chem. Solids*, **36**(1975), 521.
143. W.K.Warburton and D.Turnbull, "Fast Diffusion in Metals", *Diffusion in Solids : Recent Developments*, Ed. by A.S.Nowick and J.J.Burton, New York : Academic Press, (1975), p. 171.
144. C.P.Chou and D.Turnbull, "Transformation Behavior of Pd-Au-Si Metallic Glasses", *J. Non-Cryst. Solids*, **17**(1975), 169.
145. D.Turnbull and B.G.Bagley, "Transitions in Viscous Liquids and Glasses", *Treatise on Solid State Chemistry*, Ed. by N.B.Hannay, New York : Plenum Press, Vol.5 (1975), p. 513.
146. D.Turnbull, J.S.Kirkaldy, J.E.Hilliard and H.I.Aaronson, "On the Teaching of a Graduate Course in Phase Transformations", *J. Metals*, September(1975), 24.
147. "Structure and Properties of Glassy Metals", *J. Electronic Materials*, **4**(1975), 771.
148. S.Bahk, M.F.Ashby, J.Bevk and D.Turnbull, "Effect of BeO Inclusions on the Rate of Sintering of Cu Wires", *Sintering and Catalysis*, Ed. by G.C.Kuczynski, New York : Plenum Publishing Corp., (1976), p. 269.
149. M.Marcus and D.Turnbull, "On the Correlation between Glass-Forming Tendency and Liquidus Temperature in Metallic Alloys", *Material Science and Engineering*, **23**(1976), 211.
150. "Relation of Crystallization Behavior to Structure in Amorphous Systems", *Annals of the New York Academy of Sciences*, **279**(1976), 185.
151. G.Gross, R.B.Stephens and D.Turnbull, "On the Crystallization of Amorphous Selenium Films : Thermal Effects and Photoeffects", *J. Appl. Phys.*, **48**(1977), 1139.
152. F.Spaepen and D.Turnbull, "Formation of Metallic Glasses", *Rapidly Quenched Metals*, Ed. by N.J.Grant and B.C.Giessen, Second International Conference, Cambridge, Mass. : M.I.T. Press, (1976), p. 205.
153. "Formation and Transformation Behavior of Amorphous Solids", *Physics of Structurally Disordered Solids*, Ed. by S.S.Mitra, *Proceedings of the NATO Advanced Study Institute on the Physics of Structurally Disordered Solids*, 1974, New York : Plenum Press, (1976), p. 1.
154. K.Lo, J.Bevk and D.Turnbull, "Critical Currents in Liquid-Quenched Nb₃Al", *J. Appl. Phys.*, **48**(1977), 2597.
155. B.M.Cohen, D.Turnbull and W.K.Warburton, "Multiple Point-Defect Formation in Pb (Au) Alloys : Observation by Solute Resistivity Measurements", *Phys. Rev.*, **B16**(1977), 2491.
156. "On the Gram-Atomic Volumes of Metal-Metalloid Glass Forming Alloys", *Scripta Met.*, **11**(1977), 1131.
157. B.M.Cohen and D.Turnbull, "Kinetics of Precipitation of Ag from Pb (Ag) Alloys", *Acta Met.*, **26**(1978), 113.
158. F.Spaepen and D.Turnbull, "Atomic Transport and Transformation Behavior", *Metallic Glasses*, Metals Park, Ohio, American Society of Metals, (1978), p. 114.
159. P.Chaudhari and D.Turnbull, "Structure and Properties of Metallic Glasses", *Science*, **199**(1978), 11.
160. D.Turnbull and F.Spaepen, "Crystal Nucleation and the Crystal-Melt Interfacial Tension in Linear Hydrocarbons", *J. Polymer Science, Polymer Symposium*, **63**(1978), 237.

161. F.Spaepen and D.Turnbull, "Kinetics of Motion of Crystal-Melt Interfaces", *Laser Solid Interactions and Laser Processing*, American Institute of Physics Conference Proceedings # 50, 1978, Ed. by S.D.Ferris, H.J. Leamy, J.M.Poate, New York, American Institute of Physics, (1979), p. 73.
162. F.Spaepen and D.Turnbull, "Negative Pressures and Melting Point Depression in Oxide-Coated Liquid Metal Droplets", *Scripta Met.*, 13(1979), 149.
163. C.H.Lin, J.Bevk and D.Turnbull, "Effect of Structural Relaxation on the Electrical Resistivity of $\text{Pd}_{82-x}\text{-V}_{x}\text{Si}_{18}$ Amorphous Alloys", *Solid State Commun.*, 29 (1979), 641.
164. V.J.Fratello, J.F.Hays and D.Turnbull, "Crystallization Kinetics of SiO_2 at High Pressures", *High Pressure Science and Technology*, Vol.1, Ed. by K.D.Timmerhaus and M.S.Barber, New York: Plenum Publishing Corp., (1979), p. 977.
165. M.P.Rosenblum and D.Turnbull, "Bias Sputter Deposition of Pd-Au-Si and Pd-Si: Composition and Thermal Behavior", *J. Non-Cryst. Solids*, 37(1980), 45.
166. A.R.Yavari and D.Turnbull, "Dependence of Yield Strength of Pb Single Crystals at 77 K on Au Concentration", *Scripta Met.*, 14(1980), 83.
167. C. K. Hu, S. Berko, G. R. Gruzalski and D. Turnbull, "Evidence for Microporosity and Dislocations in Pb (Cd) Alloys from Positron Annihilation Studies", *Solid State Commun.*, 31(1979), 65.
168. A.R.Yavari and D.Turnbull, "Effect of Ag Content on the Yield Strength of Pb (Ag) Alloys at 77 K", *Scripta Met.*, 14(1980), 349.
169. P.Chaudhari, B.C.Giessen and D.Turnbull, "Metallic Glasses", *Scientific American*, 242(1980), 98.
170. V.J.Fratello, J.F.Hays and D.Turnbull, "Dependence of Growth Rate of Quartz in Fused Silica on Pressure and Impurity Content", *J. Appl. Phys.*, 51(1980), 4718.
171. V.J.Fratello, J.F.Hays, F.Spaepen and D.Turnbull, "The Mechanism of Growth of Quartz Crystals into Fused Silica", *J. Appl. Phys.*, 51(1980), 6160.
172. M.P.Rosenblum, F.Spaepen and D.Turnbull, "Diffusion and Structural Relaxation in Compositionally Modulated Amorphous Metal Films", *Appl. Phys. Lett.*, 37 (1980), 184.
173. "Comments on 'The Mechanisms of Laser Annealing'", *Proceedings of Europhysics Study Conference on Laser Annealing in Solids*, Mons, Belgium, 1979, *J. de Physique*, 41(1980), C4. 109.
174. "Thermodynamics and Kinetics of Laser-Induced Structure Changes", *Physical Processes in Laser-Materials Interactions*, Ed. by M.Bertolotti, Europhysics School of Quantum Electronics, NATO Advanced Study Institutes Programme, Villa le Pianore, Via Reggio, Italy, 1980, New York: Plenum Publishing Corp., (1983), p.117.
175. "Some Thoughts on Directions in Materials Science", *Laser and Electron Beam Processing of Materials*, Ed. by C.W.White and P.S.Peercey, von Hippel Award Lecture, Materials Research Society Symposium, Cambridge, Mass., 1979, New York: Academic Press, (1980), p. 1.
176. M. F. Ashby, S. Bahk, J. Bevk and D. Turnbull, "The Influence of a Dispersion of Particles on the Sintering of Metal Powders and Wires", *Progress in Materials Science*, 25(1980), 1.
177. A.J.Drehman and D.Turnbull, "Solidification Behavior of Undercooled $\text{Pd}_{83}\text{Si}_{17}$ and $\text{Pd}_{82}\text{Si}_{18}$ Liquid Droplets", *Scripta Met.*, 15(1981), 543.
178. F.Spaepen and D.Turnbull, "Crystallization Processes", *Laser Annealing of Semiconductors*, Ed. by J.M.Poate and J.W.Mayer, New York: Academic Press, (1982), p. 15.
179. "Metastable Structures in Metallurgy", *The 1980 Campbell Memorial Lecture*, The American Society for Metals, *Metall. Trans. A*, 12(1981), 695.
180. "On the Atomic Volume of Metal-Metalloid Crystal-line Alloys", *Scripta Met.*, 15(1981), 1039.
181. A.R.Yavari and D.Turnbull, "Effect of Composition and Thermal Treatment on the Yield Stress and Resistivity of Pb (Au) Alloys", *Acta Met.*, 30(1982), 1171.
182. "On the Melting of Amorphous Ge and Si", *Metastable Materials Formation by Ion Implantation*, Materials Research Society Symposia Proceedings, Vol.7, Ed. by S.T.Picraux and W.J.Choyke, Elsevier Publishing Co., Inc., (1982), p. 103.
183. A.J.Drehman and D.Turnbull, "Crystal Nucleation in Pd-Si Alloys", *Materials Processings in the Reduced Gravity Environment of Space*, Ed. by G.E.Rindone, Amsterdam: North Holland, (1982), p. 81.
184. "On Anomalous Prefactors from Analysis of Nucleation Rates", *Progress in Materials Science*, Chalmers Anniversary Volume, Ed. by J.W.Christian, P.Haasen and T.B.Massalski, London: Pergamon Press, (1981), p. 269.
185. S.R.Coriell and D.Turnbull, "Relative Roles of Heat Transport and Interface Rearrangement Rates in the Rapid Growth of Crystals in Undercooled Melts", *Acta Met.*, 30(1982), 2135.
186. "Citation Classic", *Engineering, Technology Applied Sciences*, 12(36) (1981), 28. [On "Theory of Cellular Precipitation", *Acta Met.*, 3(1955), 55.]
187. "Book Review", *ISIS*, 73(1982), 120. [The Beginnings of Solid State Physics-A Symposium Organized by Sir N. Mott.]
188. A.J.Drehman, A.L.Greer and D.Turnbull, "Bulk Formation of a Metallic Glass: $\text{Pd}_{40}\text{Ni}_{40}\text{P}_{20}$ ", *Appl. Phys. Lett.*, 41(1982), 716.
189. "Thermodynamics of Equilibrium and Non-Equilibrium Crystallization of Ge and Si", *J. de Physique, Suppl. to No.10*, 43(1982), C1. 259.
190. "Metastable Solid Phases", *McGraw-Hill Yearbook of Science and Technology*, New York: McGraw-Hill Book Company, (1982/83), p. 310.
191. E.P.Donovan, F.Spaepen, D.Turnbull, J.M.Poate and D.C.Jacobson, "Heat of Crystallization and Melting Point of Amorphous Silicon", *Appl. Phys. Lett.*, 42 (1983), 698.
192. "Survey of the Thermodynamics and Kinetics of Crystallization of Si and Ge", *Laser-Solid Interactions and Transient Thermal Processing of Materials*, Materials Research Society Symposia Proceedings, Vol.13, Ed. by J.Narayan, W.L.Brown, and R.A.Lemons, New York: Elsevier Science Publishing Co., Inc., (1983), p. 131.
193. "A Commentary on the Emergence and Evolution of 'Materials Science'", *Annual Rev. of Mat. Sci.*, 13 (1983), 1.
194. C.J.Lin, F.Spaepen and D.Turnbull, "Picosecond Pulsed Laser-Induced Melting and Glass Formation in Metals", *J. Non-Cryst. Solids*, 61/62(1984), 767.
195. E.P.Donovan, F.Spaepen, D.Turnbull, J.M.Poate, and D.C.Jacobson, "Thermodynamics and Kinetics of Crystallization of Amorphous Si and Ge Produced by Ion Implantation", to appear in *Materials Research Society Symposia Proceedings*, Ed. by G.K.Hubler, C.W.White, O.W.Holland, C.R.Clayton, North-Holland Publishing Company.
196. F.Spaepen and D.Turnbull, "Metallic Glasses", *Annual Rev. Phys. Chem.*, 35(1984), 241.
197. "Kinetics and Metastable Structure Formation in Rapid Solidification Processing", *Proceedings of Second Israel Materials Engineering Conference*, Ed. by A.Grill and S.I.Rokhlin, (1984), p. 1.
198. H.W.Kui, A.L.Greer and D.Turnbull, "Formation of Bulk Metallic Glass by Fluxing", *Appl. Phys. Lett.*, 45 (1984), 615.
199. D.B.Butrymowicz, D.E.Newbury, D.Turnbull and J.W.Cahn, "Diffusion-Induced Grain Boundary Migration in the Au-Ag System", *Scripta Met.*, 18(1984), 1005.
200. M.J.Aziz, E.Nygren, J.F.Hays and D.Turnbull, "Crystal Growth Kinetics of Boron Oxide Under Pressure", *J. Appl. Phys.*, 57(1985), 2233.
201. E.P.Donovan, F.Spaepen, D.Turnbull, J.M.Poate and D.C.Jacobson, "Calorimetric Studies of Crystallization and Relaxation of Amorphous Si and Ge Prepared by Ion Implantation", *J. Appl. Phys.*, 57(1985), 1795.
202. E. Nygren, M. J. Aziz, D. Turnbull, J. M. Poate, D. C. Jacobson and R. Hull, "Pressure Dependence of Arsenic Diffusivity in Silicon", submitted to *Appl. Phys. Lett.*
203. E. Nygren, M. J. Aziz, D. Turnbull, J. M. Poate, D. C. Jacobson and R. Hull, "The Effect of Pressure on the Solid Phase Epitaxial Regrowth Rate of Si", submitted to *Appl. Phys. Lett.*
204. G.Clemente, F.Habbal, D.Turnbull, J.Bevk, "High-Magnetic Field Transport Properties of Liquid Quenched Nb_3Al and Nb_3Al (Si, Ge) Superconducting Compounds", submitted to *Appl. Phys. Lett.*

＜日本国際賞について＞

本賞の授与を主要な事業とする財団法人国際科学技術財団は、1983年5月5日、内閣総理大臣、外務大臣および文部大臣が所管する公益法人として発足した。主な事業として、

- (1) 科学技術の進歩に大きく寄与した内外の科学技術者の業績について調査研究する。
- (2) 内外の著名な科学者を招いて、シンポジウムあるいは講演会等を開催する。
- (3) 広報パンフレットや研究論文等を刊行する。
- (4) 科学技術の分野で顕著な業績を挙げた者に対して、「日本国際賞」を授与し、その業績を顕彰する。
- (5) 内外の科学技術関係機関、団体等と密接な連絡、提携および協力をはかる。

を行うとしている。

この財団の会長には、その設立に尽力した松下幸之助氏(松下電器産業株式会社相談役)、理事長には横田喜三郎氏(元最高裁判所長官)が就任している。1901年に発足したノーベル賞は物理学、化学、医学、生理学、文学、平和さらに後年経済学の各賞が設けられたが、科学技術にまでは及んでいない。ジャパンプライズは、科学技術の分野においてノーベル賞を補完することを目的として創設された。

受賞対象は科学技術の全分野であるが、毎年2～3の分野を対象分野として選定し、下記の人々に候補者の推薦を依頼することになっている。

- ・アカデミー会員および準会員
- ・学会の代表者およびこれに準ずる者
- ・著名な大学の学長、学部長および教授
- ・著名な科学技術団体および学術研究機関の長またはこれに準ずる者
- ・日本国際賞受賞者およびその他の権威ある賞の受賞者
- ・その他、本財団が適当と認める有識者

第1回の対象分野には、情報・通信、医用工学および

バイオテクノロジーの3分野が指定され、内外から432件の推薦書が寄せられ、以下の2氏が選ばれた。

・情報通信分野

ジョン・R・ピアース博士

(スタンフォード大学客員名誉教授、1910年生れ)

・バイオテクノロジー分野

E・カチャルスキー・カツィール博士。

(イスラエル・テルアビブ大学教授、ワイズマン科学研究所教授、1916年生れ)

今回 Turnbull 教授が受賞者に選ばれた第2回は、次の2分野が選定された。

① 材料工学…金属その他の無機物、有機物を問わず、構造材料から機能材料までのあらゆる材料を対象とし、その材料科学および材料技術の全般を含む。

② 医療技術…高度な工学技術を応用した診断機器・治療システムの開発、医療に直結した生命現象の工学的解析、遺伝子工学技術等を利用した生物学的診断と治療などを含む。

内外の科学技術者等、いわゆる推薦有資格者約7300名(72カ国)に対して推薦依頼状が発送され、28カ国から材料工学分野194(133)†、医療技術分野209(143)†の推薦書が1985年6月末日の締切までに届けられた。吉識雅夫氏(東京理科大学学長)を委員長とする審査委員会において審査の結果、材料工学分野ではTurnbull教授が、医療技術分野ではWillem Johan Kolff氏(米国ユタ大学教授)が“人工臓器およびその関連技術の研究開発”により受賞者に決定し、日本国際賞として賞状、賞牌および賞金(1人5,000万円)が贈られたのである。

本稿を執筆するに際して、京都大学名誉教授 高村仁一先生に種々便宜を計っていただき、国際科学技術財団(東京都千代田区日比谷公園1番3号 市政会館内 電話03-508-7691)には各種資料を提供していただいたことを付記し、謝意を表する。

† 括弧内の数字は重複を除いた実数。

日本金属学会会報 第25巻 第7号予告

〔解説〕

金属間化合物の粒界構造と強度特性……………高杉隆幸

〔最近の研究〕

鉄鉱石焼結プロセスの高温帯における反応・現象の解析……………葛西栄輝 大森康男

イオンビーム・スパッタリングを応用した固体中の拡散研究……………藤川辰一郎
気相急冷合金の非平衡相……………隅山兼治

〔集録〕

金属中の水素による内部摩擦…吉成 修 小岩昌宏

〔講義〕

金属中の水素Ⅶ水素脆性(その1)……………深井 有

〔資料〕

相変化の速度論の系譜 — Johnson - Mehl - Avrami の式をめぐる……………小岩昌宏