

# 日本最古老的大学附属研究所—— 东北大学金属材料研究所

陆 华

(中国科学院物理研究所,北京 100080)

## 一、概 述

东北大学金属材料研究所始建于 1916 年 4 月。当时称为东北帝国理科大学临时理化研究所第二部,它是日本的大学附属研究所中历史最长的一个。

当时的日本,由于日俄战争(1904年)和第一次世界大战(1914年),迫切需要钢铁自给,因此在由本多光太郎博士担任该所首任所长时,就开始了关于铁的强度等结构材料的性质以及合金和永久磁体等功能材料的性质的研究。1916年,本多博士发明了KS钢,从现在的观点看,KS钢显然是低水平的,但在当时,这种Fe-Co高性能磁性合金将矫顽力提高了一个数量级,因此受到高度评价。1919年,该研究所成为东北帝国大学附属研究所,并改称金属材料研究所。1930年,建立了低温研究室。从此,其研究对象已不限于钢铁,而是包括了多种无机化合物材料(磁性材料、铝合金、碳化硅和石墨的复合纤维以及非晶态合金)的研究,这就是现在的研究所的雏型。

归纳起来,金属材料研究所的历史可分为三个阶段。第一阶段,是从建所开始到第二次世界大战(1914年)前为止的25年。他们把这一阶段称作是以本多先生为中心的研究所的“黎明期”。在此期间,在以KS钢为代表的新材料陆续发明的同时,建立了日本的近代物理冶金学,为金属学科的发展作出了很大贡献,也培养出了一批著名的学者。第二阶段是第二次世界大战后的25年。这是该研究所的“复兴与

成长期”。由于受战争破坏,战败的日本需要重建,因此迫切要求尽快建立起以钢铁为中心的材料工业,于是对研究所各部门进行了大调整,增加并充实了工业化研究的新设备,建立了极强磁场装置,成立了原子能材料部。其后,即从1966年到现在为第三阶段。这是该研究所的重大转折期。60年代中期,金属材料研究所曾对今后走哪条发展道路有过一种“山穷水尽疑无路”的危机感,但经过激烈的辩论,最后确立该研究所的方向为:不限于金属,而是要在化合物、半导体、陶瓷等广阔的领域去创造新物质,开发新材料。所以在1987年,研究所又一次进行了大调整,成立了26个研究部和四个客座研究部,建立了新材料开发等三个新设施,从而建成了全国性的开放研究所。

经过战后的48年的发展,日本进入了一个新的时期,工业技术在国际上处于领先地位。随着经济的飞速发展,金属研究所的面貌也大大改观。由于民间企业向研究部门投资的增大,研究所向基础性学术研究方向转移,目标也从为本国发展转向为世界。特别是在最近,欧美各国批评日本缺少具有独创性的基础科学,为此日本计划加强创造性的学术研究,立志要为国际社会作出划时代的贡献。金属材料研究所正处在这样一个时代,理所当然地要成为学术研究的发展中心,必须瞄准新的学科的前沿开展研究,为材料科学的发展作出贡献。

金属材料研究所的现任所长(第十五任)是增本健教授,现有职工300人,研究生150人,客座研究人员60人,平均每年举办学术研究会和Workshop约15次,每年进行350个合作

研究项目。四个客座研究部每年接受大批来自国内各大学、民间企业以及国外的大学或研究所的优秀研究工作者。所内有三个大型附属设施：(1)材料试验反应堆；(2)强磁场超导材料研究中心；(3)新材料开发部。材料试验反应堆建于1967年，是由已故东北大学名誉教授后藤秀弘先生为首创立的。它安装在日本原子能研究所内，作为东北大学共同利用的大型设备，占地一万多平方米，是日本唯一用于原子反应堆材料、核燃料的重照射研究的设施。负责人是茅野秀夫教授。强磁场超导材料研究中心，是1991年在超导材料开发部的基础上改建和扩建而成的。本中心可与法国的格林诺布尔强磁场研究所、美国麻省理工学院(MIT)的弗朗西斯·毕特国立磁学研究所相媲美。该中心拥有日本唯一超过31T的恒定强磁场发生装置，主要用于先进的超导材料的强磁场特性及应用研究，负责人是中川康昭教授。新材料开发部改建于1988年，由物质合成、材料质量控制、性能评价及分析以及技术开发四个部分组成。1991年调整机构，设立了显微组织控制与材料合成研究部以及纳米结构材料控制与功能材料研究部，并增添了超高压电镜(理论分辨率为0.1nm，加速电压为1250kV)等许多大型先进设备，从而增强了物质结构分析的能力。目前主要研究非晶态合金、超导氧化物、金属超晶格、光学半导体晶体以及纳米晶体透磁合金等。负责人是增本健教授。

最近几年，全所平均每年发表论文400篇左右。而研究经费也因有科学研究补助金和民间企业的捐款等外来研究费而急增，1990年度合计达七亿日元。以武藤教授为代表的《超导现象的阐明》，藤森教授的《金属超晶格》等课题均为重点研究项目。另外，最近由仁科教授提出的《纳米结构功能材料的开发》，研究项目五年间将可获得12亿日元的研究费，是该所的重大项目。

下面是金属材料研究所的研究机构一览表。研究部由四个部组成：材料物性研究部，材料设计研究部，物质创制研究部以及材料处

理与评价研究部。它们分管27个研究部(相当于研究室)和四个客座研究室。

## 二、各研究部的主要研究内容

### 1. 金属物性论研究部

- (1) 高温超导体机理及物性的研究；
- (2) 层状结构对超导状态的影响的研究。

### 2. 晶体物理学研究部

激光束区熔法制备大型高温超导体单晶的研究。

### 3. 磁学研究部

- (1) 氧化物高温超导体的磁性的研究；
- (2) 强磁场对低维磁体光吸收谱的影响的研究；
- (3) 强磁场对电化学反应的影响。

### 4. 金属间化合物研究部

- (1) 磁性金属间化合物( $Mn_2VAl$ ,  $Fe_2VGa$ ,  $Co_2FeGa$ )的研究；
- (2) 永久磁体  $FePt$  磁各向异性的研究；
- (3)  $B_2O$  型  $FeSi$  单晶的光散射的研究。

### 5. 衍射结晶学研究部

利用 LEED, AES, FIM 和 STM 等表面研究方法阐明物质原子团簇的微细结构。

### 6. 低温物理学研究部

- (1) 强磁场中超导物性的研究；
- (2) 元素替换对超导体  $T_c$  变化的影响的研究；
- (3) 超导薄膜的制备和研究。

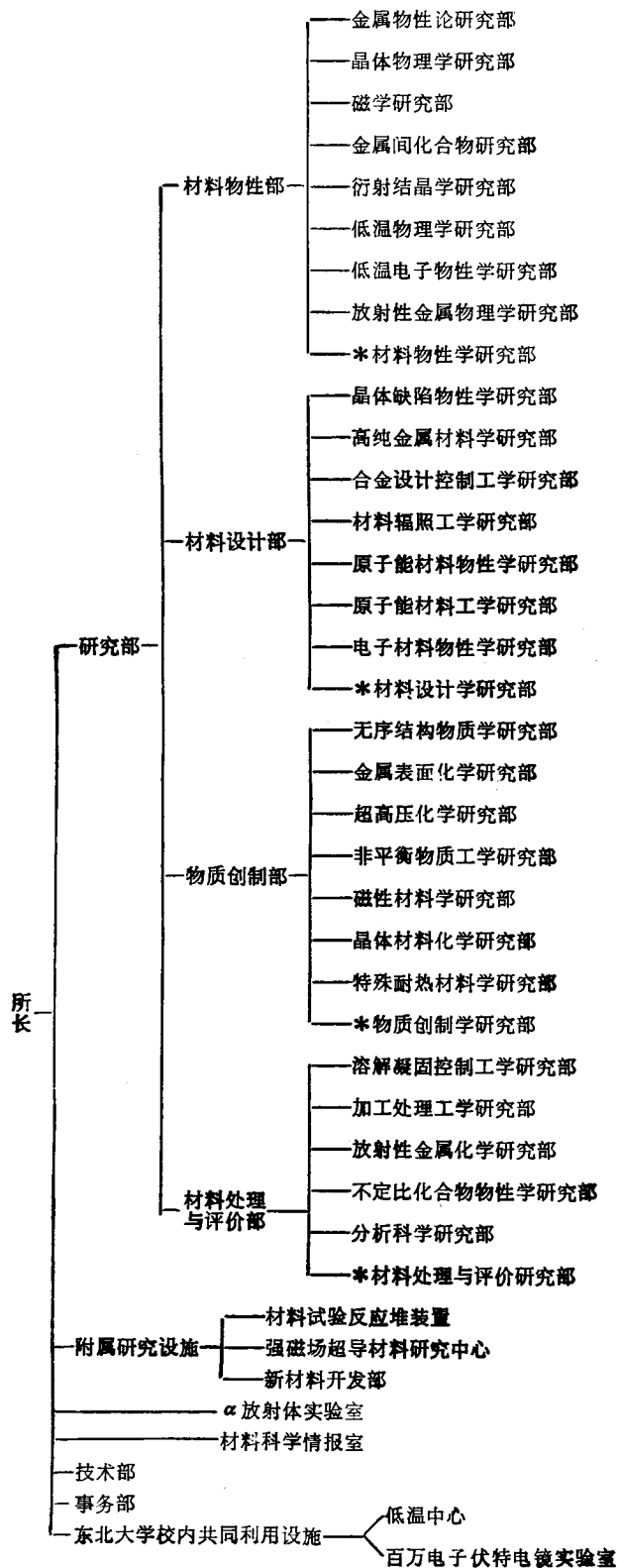
### 7. 低温电子物性学研究部

- (1) 氧化物高温超导体的结构相变的研究；
- (2) BEDT-TTF 系有机超导体的研究。

### 8. 放射线金属物理学研究部

- (1)  $MnSb$ ,  $Mn_3Si$ ,  $Mn_3Pt$  等的自旋波的中子非弹性散射的研究；
- (2)  $DyT_2X_2$  ( $T = Mn, Ni$ ;  $X = Si$ ) 中 Dy 的穆斯堡尔效应的研究；
- (3) 核磁共振研究氧化物超导体。

表 1 东北大学金属材料研究所的机构设置



\* 客座研究室。

### 9. 晶体缺陷物性学研究部

半导体中的缺陷反应及缺陷控制的研究。

### 10. 高纯金属材料学研究部

以钢铁为主要对象,研究高纯化技术及相变态(析出、再结晶、杂质、凝固组织)的控制,目前正在研究的项目是《Fe-Cr 合金的高纯化及其机械性质的研究》。

### 11. 合金设计控制工学研究部

以微团簇,磁光记录材料及晶格缺陷为主要对象,利用计算机模拟对物性进行解析,研究新的有用物质的设计方法。

### 12. 材料辐照工学研究部

(1) 核反应堆材料开发基础研究;

(2) 利用有机金属化合物的原子反应堆材料的开发研究。

(3) 原子反应堆材料评价技术的研究;

(4) 利用放射性元素开发新材料的研究。

### 13. 原子能材料物性学部

(1) 材料中氢的循环利用研究;

(2) 利用背散射谱、核反应分析、离子隧道等离子束分析技术研究材料特性;

(3) 用中子散射研究侵入型合金及辐照损伤;

(4) 用正电子湮没研究辐照损伤和多孔物质;

(5) 金属中氢的同位素的研究;

(6) 用核物理方法研究杂质及缺陷。

### 14. 原子能材料工学研究部

(1) 核反应堆材料在辐照下的组织变化的研究;

(2) 核反应堆材料的高温脆化的研究;

(3) 辐照缺陷及与氢的行为有关的基础研究;

(4) Ti 系金属间化合物中的位错结构及计算机模拟的研究;

(5) 第 VA 族过渡金属的氢脆的研究;

(6) 高熔点金属及金属间化合物中的扩散问题的研究;

(7) 钒-液态锂中的质量迁移的研究。

### 15. 电子材料物性学研究部

(1) 层状半导体的电子能带结构及高密度电子激发态的光物性研究;

(2) 激光诱导的半导体-金属相变的研究;

(3) 石墨层间化合物的层间反应的研究;

(4) 非晶态半导体的制备及其晶化的研究;

(5) 准一维 Pt 络合体的价数振荡的孤子现象的研究;

(6) 纳米结构物质(含微团簇)的制备及其电子物性的研究。

### 16. 无序结构物质学研究部

(1) 脉冲中子散射研究液态分子的结构;

(2) 液体及非晶态金属的费米面的观测;

(3) EXAFS 研究非晶态合金的热膨胀机理;

(4) 非晶态薄膜的制备及电子物性的研究;

(5) 非晶态合金短程有序结构的研究;

(6) 金属超微粒子及纳米结构材料的制备。

### 17. 金属表面化学研究部

(1) 超耐蚀非晶态合金的研究;

(2) 非晶态合金的结构弛豫对反应性的影响的研究。

### 18. 超高压化学研究部

(1) 利用冲击超高压发生装置研究 100 GPa 超高压下物质的行为;

(2) 氧化物超导体的基础研究(以层状结构氧化物为研究重点,其中 Tl 系超导体的  $T_c$  温度已达 120K; 利用无机盐溶液的等离子体热分解反应形成的超微粉制成薄膜的方法,合成了 BPBO, Bi 系, Y 系等氧化物超导体)。

### 19. 非平衡物质工学研究部

(1) 准晶的结构与稳定性的研究;

(2) 超导氧化物的急冷法制备研究;

(3) 软磁膜的研究;

(4) 非晶态合金新体系的探索及物性(包括结构解析、热学性质、高韧性和耐蚀性等)的

研究。

#### 20. 磁性材料学研究部

- (1) 非晶态合金溅射薄膜的研究;
- (2) 微晶 Fe 软磁性的研究;
- (3) 氧化物高温超导薄膜的合成及磁性和超导特性的研究;
- (4) 多层膜 (FeC/Si 非晶膜, CoNbTi/SiO<sub>2</sub> 软磁膜, FeMn/FeNi 磁各向异性膜, Nb/Ti, Nb/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 超导膜)的合成与物性的研究;
- (5) 金属超晶格的研究。

#### 21. 晶体材料化学研究部

- (1) 超导新物质 R<sub>2</sub>Ba<sub>2</sub>CuPtO<sub>8</sub> (R = Ho, Er, Y) 的研究;
- (2) W<sub>3</sub>Si<sub>3</sub> 型三元系金属间化合物的研究;
- (3) 光学晶体 Bi<sub>12</sub>TiO<sub>20</sub>、激光晶体 Ca<sub>3</sub>Nb<sub>2-x</sub>Ga<sub>3</sub>O<sub>12</sub> 的研究;
- (4) 高质量的 TiO<sub>2</sub> 晶体的生长, 非线性光学单晶 LiNbO<sub>3</sub> 的组分控制, 有机 MNA 单晶的生长。

#### 22. 特殊耐热材料学研究部

- (1) 氧化物、非氧化物陶瓷的 CVD 合成研究;
- (2) 烧结陶瓷及其机械性质的研究;
- (3) Bi-Ti-O 系功能陶瓷薄膜的研究;
- (4) 高温超导氧化物薄膜的 CVD 合成研究;
- (5) SiC-C 系超高温热应力弛豫型倾斜功能材料的合成及应用研究。

#### 23. 溶解凝固控制工学研究部

- (1) 尖端结构材料的基础研究 (包括高强度、高韧性等优良物性及功能的研究);
- (2) 浇铸法、急冷法及高压气体喷雾法用于 Al 基 (Al-Ni-Y) 和 Mg 基 (Mg-Zn-Ce) 高强度非晶态合金的开发研究。

#### 24. 加工处理工学研究部

- (1) 金属间化合物的形变与破坏机理的研究 (包括 L1<sub>2</sub> 型金属间化合物的环境脆化和 B<sub>2</sub>

型金属间化合物的异常强度特性的研究);

- (2) 结构及功能性金属间化合物的加工;
- (3) 氧化物超导体的高温加工;
- (4) 纯 Ti 的集合组织的评价 (包括再结晶集合组织的形成机理及集合组织与变形特性的关系)。

#### 25. 放射性金属化学研究部

- (1) 利用稳定同位素稀释的放射化学分析法、标准添加内标准法和高精度新标准化方法的开发研究;
- (2) 从废核燃料中提取放射性元素及稀土元素的机理研究;
- (3) 材料试验反应堆用超微量铀及钍的高精度中子放射化学分析方法的开发及应用;
- (4) 实用探测卫星用的原子能电池的开发;
- (5) 核反应堆、加速器及周边材料中残留的放射能特性的研究。

#### 26. 不定比化合物物性学研究部

- (1) 高分辨电镜 (400kV) 研究准晶 (Al-Li-Cu) 的结构;
- (2) 高分辨电镜、X 射线和中子衍射研究超导氧化物的结构;
- (3) 电子能量损失谱研究上述材料的电子结构。

#### 27. 分析科学研究部

- (1) 金属及钢铁样品的标准化分析方法的研究;
- (2) 利用 XPS, AES 对金属及合金表面、界面状态 (结合状态、价电子状态) 进行分析研究;
- (3) 超导氧化物的混合原子价化合物中, 多氧化价态元素的定量分析研究。

东北大学金属材料研究所已走过了 77 年的发展历程。如今, 作为一个开放型的研究所, 它已成为日本材料科学研究的重要基地, 正在为建成一个“材料科学的国际中心”而努力。