

# 日本 ERATO 计划对我国前沿基础研究的启示

李建花<sup>1</sup>, 刘艳彬<sup>2</sup>

(1. 宁波市科技信息研究院, 浙江宁波 315040;  
2. 浙江大学宁波理工学院, 浙江宁波 315100)

**摘要:** 20世纪80年代后, 日本科技厅实施的 ERATO 计划对日本创新系统起到了催化剂作用, 其以基础科学实现领先地位和经济追赶的历史经验值得科技后发国家学习和借鉴。本文对日本 ERATO 计划的组织和运行特征以及运行成效进行研究, 并对我国加强基础研究、推动颠覆性创新提出了启示和建议。

**关键词:** 日本; ERATO 计划; 组织特征; 运行成效

**中图分类号:** G327.313 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2018.06.008

二战后, 日本在短短几十年内以技术消化吸收再创造为基础实现飞速发展, 并一跃成为世界科技强国, 且技术转化为市场化商品的能力著称世界。但日本传统的引进模仿式创新并未使其具备深厚的基础科学研究和基础共性技术研究实力。这一方面限制了科技工作者的自由发展, 同时也不能建立吸纳不同背景的研究群体和年轻科研工作者自由参与的科研环境。因此, 如何通过合理的计划培养科技人才, 建立适合科学家成长与合作的科研环境成为科学技术厅(2001年后科学技术厅与文部省合并为文部科学省)的主要任务<sup>[1]</sup>。

1981年, 日本研究开发协会(JRDC, 1996年9月并入日本科学技术振兴机构JST)发起创造科学推进事业(Exploratory Research for Advanced Technology, ERATO)计划。ERATO计划的初衷是“促进未来各学科之间的研究, 寻求进行基础科学和基础共性技术研究的新方法和研究系统, 加快先进技术的创造”, 它的使命是使日本成为世界科技的领导者。无论 ERATO 计划管理部门如何变化(2002年被整合在政府发起设立的“战略基础研究计划”之下), 都一直保持着其在1981成立

时促进创造性和具有挑战性的研究项目的设想<sup>[2]</sup>。

## 1 ERATO计划的组织和运行特征

同世界范围内其他政府的科研资助体系相比, ERATO计划在研究领域选择、项目人员构成、项目运行方式、项目选择和评价、经费支持等方面都有其显著的先进特征。

### 1.1 项目选择领域的宽泛性、基础性

ERATO计划研究项目所选领域相当宽泛, 通常选择未得到大学研究系统支持的尚未开发或处于竞争前领域, 项目一般集中在生物学、物理科学、环境科学、数学等基础领域, 且大部分集中于高风险、高回报、跨学科的研究领域。目前 ERATO 计划在日本10个城市成立了21个研究团队(见表1), 主要涉及环境科学、生命科学、纳米技术与材料、信息与通信技术、数学与数学科学和计算机科学等。日本研究开发协会为其确定总体研究战略目标, 而在具体研究主题上只提供出发点, 没有目标导向限制。日本科学技术振兴机构选择的项目主管在日本科学技术振兴机构协助下进行项目描述, 以吸引学术界和产业界的研究人员积极参与。

第一作者简介: 李建花(1975—), 女, 副研究员, 主要研究方向为科技政策、科技管理。

项目来源: 浙江省软科学研究计划“促进浙江制造企业创新的地方政府行为研究—国际经验与本土实证”(2018C35096); 宁波市软科学研究计划“创新范式3.0下大企业开放式创新扶持科技初创企业发展研究”(2017A10008)。

收稿日期: 2018-02-10

表 1 ERATO 日本国内研究机构分布 (截至 2018 年 4 月)

地区	领域	研究机构
东京	纳米技术与材料、信息与通信技术、数学与数学科学与计算机科学	图哈拉化学传感信号、高雄生物和谐电子、中村宏观量子机器、矶部同余退化 $\pi$ 积分、明岛智能光学合成器、卡奈生命科学催化、哈索面向系统设计的元数学、川本环球信息网络、川端康成大型图文
宫城	纳米技术与材料	斋藤自旋量子纠正、百瀨量子束相位成像
茨城	生命科学	野村微生物群落控制
埼玉	生命科学	沼田细胞器反应簇
神奈川	纳米技术与材料	山本原子杂化
爱知	纳米技术与材料	伊丹纳米分子碳
福岡	纳米技术与材料	阿达奇分子激子工程
大阪	信息与通信技术	石臼人体交互共生机器人
京都	生命科学、数学与数学科学与计算机科学	佐藤生物预测、斋藤全能表观基因组、秋吉生物纳米合成
富山	环境科学	阿萨诺活动、酶分子

资料来源: 根据 ERATO 网站《Exploratory Research for Advanced Technology (2018—2019)》报告整理。

ERATO 项目选择过程中对“科学”和“技术”不进行区分, 但都具有基础性特征。

### 1.2 项目组织采用以“人”为中心的主管导向模式

ERARO 计划实行以“人”为中心的项目主管导向型研究模式, 日本科学技术振兴机构负责选择精通创新和科学研究方法的关键人物——项目主管。拥有个人魅力和很高的科学研究能力、善于交流鼓励、能够被年轻研究者支持是成为项目主管的必要条件, 项目主管负责设计项目主题, 选择年轻有才能的国际科技工作者共同工作。在 20 世纪 80 年代的日本, 渗透着“以组织为中心”的想法, 科研机构普遍实行终身雇用和资历工资制。ERATO 计划将研究人员集中起来, 设定 5 年研究期限, 是科研体制改革的重大创举。1981 年, 第一批 ERATO 计划项目正式启动, “林超微粒子”“增本特殊构造物质”“绪方高效聚合物”“西泽完全结晶”4 个项目均以“项目领导人 + 研究领域”方式命名, 这也充分体现了 ERATO 计划以“人”为中心的研究体系。

鉴于项目主管在项目中的显著地位, 人员的选定至关重要。为找到合适人选, 日本科学技术振兴机构在选择项目主管时有着严格的选取程序 (见图 1), 通过跟踪访谈, 甚至可能花费几年的时间

进行关注。首先用一年时间, 让日本科学技术振兴机构成员出席各种领域的会议, 收集预期主管的信息, 然后通过商议、面谈, 初步确定大约 100 个候选人; 第二步通过与候选人及其同事和年轻博士后等年轻人员接触, 对候选人的科技洞察力和领导能力进行评价, 将候选人删减至 15~20 人; 第三步, 与 15~20 个候选人进行访问和面谈后筛选出 4 个项目主管, 要求 4 个人分别对所提议的项目进行简单说明。由日本科学技术振兴机构来自公共和私营部门的科学界、产业界科学家和企业家组成的 R&D 委员会评价后选定 1 名项目主管。

### 1.3 项目组成员的年轻化、国际化

ERATO 计划项目全部对外开放, 已经发展成为一个国际的、无边界的计划。它强调吸收不同背景的异质人员参与, 计划设立以来团队中的国外人士参与比例呈逐年递增趋势, 平均有超过 20% 为外籍科学家, 项目成员来自美国、加拿大、东欧、西欧以及包括中国在内的亚洲其他几十个国家, 后来发展到其项目主管也有外籍人士担任。通过同西方国家实验室和研究人员进行科学研究文化和科学哲学的交流, 双方都从中受益。

ERATO 计划为年轻科学家提供了一个获取经验以及锻炼成为专业科研领袖的学习平台。项目组

通常由 25~35 岁的年轻博士以及来自全球产业、政府、大学科研院所等的各类年轻科学家和工程师构成。同大学和政府研究院所相比，ERATO 计划项目下研究人员的工作机动灵活性更高。

#### 1.4 项目组织模式的柔性、流动性

ERATO 计划项目的组织模式呈现高度柔性和流动性特征。日本科学技术振兴机构没有长期固定的实验设备和研究设施，研究通常在租用的实验室进行，有时研究也会在一些临时场所进行。在 ERATO 计划组织框架下，项目主管对研究范围、资源配置、项目管理有几乎绝对的自由决定权。项目主管需尽的义务只有 3 项：一是在预算范围内指导研究，二是在年度会议上提交技术进步报告，三是在项目终结时递交终结报告。根据其与原公司或者大学的协议，项目主管通常只需花费 10%~20% 的时间在项目上（大约每星期 1 天）。

ERATO 所有项目必须在 5 年时限内完成，项目完成后解散。为充分发挥 ERATO 计划的效用和功能，最大限度地将每一个项目的突破和创新发挥到极致，每个项目会给予最多 1 年（通常是半年）的抚育期进行准备，用于招募人员、组织团队、成立机构、获取设备、制定项目计划等。中间大约 3 年为项目研究时间。到第 5 年，研究人员开始准备

结束项目、出版论文、寻找新的工作机会。

组织的柔性使得项目结束比较容易，一些贵重、尖端的研究仪器转移至其他正在进行的 ERATO 项目中，或留存以备将来所用，日本其他研究计划也是如此。时间限制避免了官僚作风滋长，ERATO 每年会重新开始 3~4 个新项目。

#### 1.5 项目经费稳定充足、研究环境轻松自由

日本科学技术振兴机构项目分为公募研究型和个人研究型，所有项目都进行全额资助，资助范围和金额相比大学研究机构来说更为充裕。公募研究型资助额度为 4 000 万~2 亿日元/年×5 年，个人研究型资助额度为 1 000 万~2 500 万日元/年×3 年，ERATO 计划项目属于公募研究型。而且，ERATO 项目在 5 年研究结束后，对有突出成果且被认为值得进一步研究的项目提供额外赠款，额外补助金原则上可提供 1 年，最多 5 年，延长期的目的是为研究者和工程师创造引领世界的突破性技术提供机会。

同时，日本科学技术振兴机构和 R&D 战略研究室组成评审委员会负责对 ERATO 项目进行评审和事前、事中、事后评价（见图 1），但对研究选题和研究结果不过多干预。与一般项目的“申请—选择—评审—立项”程序相反，ERATO 项目选题

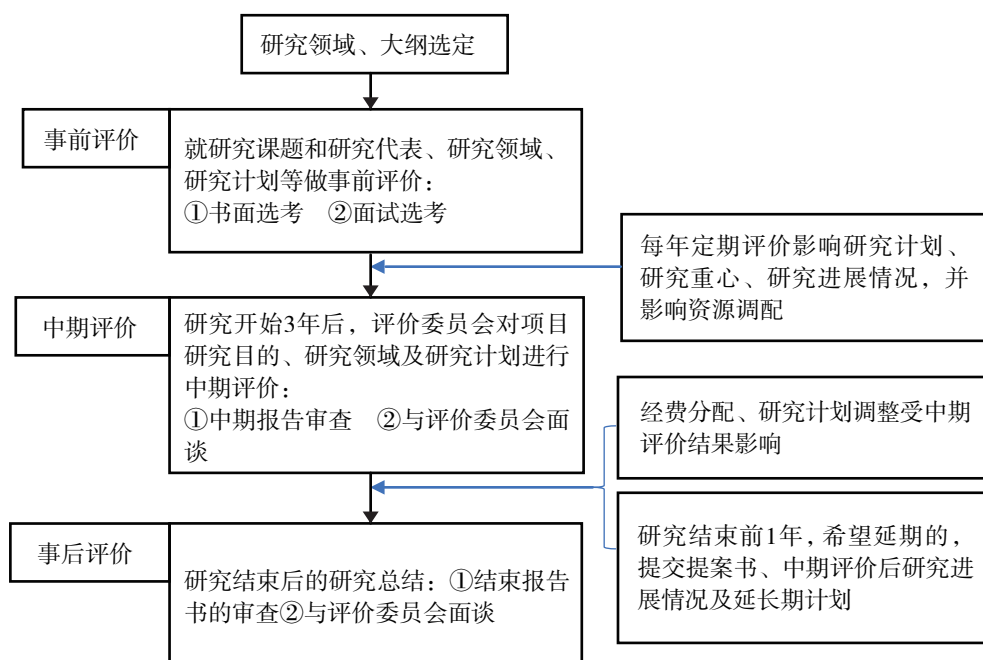


图 1 ERATO 项目评价流程



完全由项目主管自行确定并负责运行。项目启动后, 项目主管在研究方向、职员设置以及资金分配上完全自主, 而且不存在研究结果评估压力, 这也是 ERATO 计划区别于其他计划项目的最鲜明特征。

## 2 ERATO计划的实施成效

ERATO 计划启动初期并不被看好, 最初迫于压力, 日本研究开发协会(现为日本科学技术振兴机构)选择了 5 个应用材料类或与工业发展紧密相关的项目, 七八年后, 计划得到政府和产业界的肯定和接受, ERATO 也逐渐将项目的重心前移到基础科学和基础共性技术的研究上来, 新项目局限在物理、化学和生物学等基础研究领域<sup>[3]</sup>。ERATO 计划重点支持的基础研究往往关注为未来发展提供支撑, 会对产业技术发展和经济产生周期较长的影响, 其在技术创新方面的贡献不易估量。截至目前, 日本科学技术振兴机构已经赞助了 131 个 ERATO 项目, 其中 109 个项目已经完成, 剩余的 22 个项目正在进行之中<sup>[4]</sup>。由于 30 年来 ERATO 计划对研究界和国家的贡献, 其在日本以及海外获得了高度赞扬, 成为日本最有声望的研究计划之一。鉴于 ERATO 计划在研究界的声望, 2002 年日本基础研究策略发生重大变化时, 仍决定继续使用 ERATO 的名字。

ERATO 计划资助领域包括材料发展、微结构、高速设备、生物科技等, 很多项目都引领了该领域世界水平研究的发展, 涌现出高真空、高清晰电子显微镜发展、电子全息术反映和测量磁通量(如超导体中的漩涡)、纳米级双重激光干涉仪等优秀研究成果, 堀越超级细菌(Horikoshi Super Bugs)使得日本海洋科技中心成为世界级水平的研究机构。世界技术评估中心(WTEC)曾对 ERATO 计划项目进行了两次评估, 评估报告指出 ERATO 项目申请了 849 个日本国内和 157 个国外专利, 平均每个项目在著名国际期刊或国际会议中发表论文 25~50 篇, 对日本科技进步的贡献巨大。

ERATO 计划对日本创新系统起到了催化剂的作用。ERATO 影响了日本科学研究的基础结构, 在日本直接或间接催化了超过 14 个新的研究计划, 并且开始了海外扩张。例如 1989 年的国际合作研究计划(International Cooperative Research

Project, ICORP)就是 ERATO 的国际版本, 5 年内支持来自国内外的联合研究者; 1991 年胚胎科学先驱研究计划(PRESTO)旨在通过资深科学家搭建一个发掘年轻研究者潜能的开放平台, 3 年期支持年轻研究者进行胚胎学研究; 1995 年的进化科学技术核心研究计划(CREST)已经在大学、国家实验室以及其他研究机构中联合展开。所有这一系列基础科学及共性技术研究都为日本未来科技发展奠定了坚实的基础。虽然日本经济经历了低迷期, 政府行政机构也进行了改革精简, 但对 ERATO 计划项目的资助水平并未因此而降低。

## 3 对我国推动颠覆性创新基础研究的启示

经过几代人的艰苦努力, 目前, 我国科技创新能力显著提升, 涌现出一批在国际上叫得响、数得着的重大科技成果, 但与世界科技强国相比, 我国整体实力仍有差距, 成果集成多、原创少, 作为创新源头的基础研究薄弱, 集中表现在具有国际影响力的重大原创成果偏少、对科技创新前沿方向的引领能力不足、引领科学潮流的大师级人才和科学家匮乏、青年人才成长环境尚需改善等等。历史经验表明, 那些抓住科技革命机遇走向现代化的国家, 都是科学基础雄厚的国家。加强基础研究、拥有充足的基础研究成果和大批高水平的创新人才是跻身世界科技强国的必要条件, 是建设创新型国家的根本动力和源泉。

在实施创新驱动发展战略的大背景下, 我国科技强国建设和经济转型升级对基础研究领域创新提出了更高要求。尤其是“十三五”期间, 来自经济社会发展和国家安全各领域对源头创新的巨大需求将集中释放, 迫切需要基础研究发挥战略引擎的作用, 重视基础科学研究, 尤其是加快推进基础研究领域颠覆性创新的前瞻遴选和培育成为亟需。但目前我国基础研究在环境氛围、组织机制、运行保障、评价方式、体制机制等方面仍存在不少问题, 日本开展 ERATO 计划进行先进技术探索研究的经验非常值得借鉴。

### 3.1 强化以主管为核心的基础研究组织体系

ERATO 计划以“人”为中心的研究体系保证了研究核心人物的独立性。研究主管作为核心, 在人事安排上有绝对的自主权, 可招聘对其想法产生

共鸣的跨学科人员组成研究小组，且研究小组不归属于既存的研究机构。这种组织体系既保证了团队能以研究主管为中心开展工作，也保证了小组长的意思能够被迅速传达，同时跨学科领域的团队结构对整个项目运行十分有益（可以视为横向的知识扩散）。实际上，以人为本的科研资助模式在欧美并不少见，美国霍华德休斯医学研究所（HHMI）即采取资助重要科学家的方式推进前沿技术领域研究。

我国在设计相关基础领域科学研究计划时，应针对重要领域突破和关键技术点，明确职责，通过严格的评估制度确定项目负责人，吸引领域内的一流科学家作为核心人物。在确定负责人后，在人事安排、薪酬制度设计等方面给予负责人更大的权利，增加组织运行的自主性和灵活性，激发团队研究人员的创造力。同时，鉴于基础科研的交叉融合是颠覆性技术的源泉，依赖“科学系统的大综合”而建立起来的基础研究领域存在广泛的颠覆性理论创新机会<sup>[5]</sup>。在基础研究项目组织和团队建设上，应着重在信息、生命、材料、物质等有望持续催生新技术的交叉融合领域进行人力和物力资源布局，以助力颠覆性技术的培育和产出。

### 3.2 完善研究人员自由流动的科研体制

与日本传统的商业或科研组织不同，ERATO是一个典型的动态网络组织。它以牺牲研究活动的稳定性与连续性为代价，换取了研究组织的灵活性和人员的流动性，试图以此消除日式研究体制在追求创新过程中的种种弊端。ERATO计划只面向社会招聘研究人才，对应届大学毕业生则完全不予考虑。而且为了避免利益集团的干扰，也为了打破研究人员的终身雇用制，ERATO要求获聘人员聘期最长为5年，而且合同期间必须全职参与研究，并在项目期满后重新择业。事实证明，科技强国的学术和人才政策较为开放，科研人员自由流动频率较高<sup>[6]</sup>。

反观我国，4成以上的科研人员缺乏学术交流渠道，或参与学术交流的渠道不够畅通<sup>[7]</sup>。作为全面深化改革的重要内容，我国科研体制改革不断深入，支持科研人员离岗创业等政策措施激发了科研人员自由流动的热情，但在具体落实上仍存在一些

限制<sup>[8]</sup>。因此，要进一步创新科研院所高效人才机制，积极指导推进地方人才政策细则的制定落实工作，在薪酬待遇、职级晋升方面加大资源供给，鼓励研究型大学和科研机构为优秀青年研究人员设立稳定职位，引导青年人才挑战新领域研究，取得独创性研究成果。同时，加大对有志于科研事业的年轻研究人员赴海外开展世界级研究活动的支持力度，推动大学和公共研究机构与海外顶尖研究机构建立合作关系，参与国际共同研究项目，形成稳固的国际研究网络。

### 3.3 建立科学合理的基础研究评价机制

基础研究以探索性研究为主，不以任何专门或特定的应用为目的，与产生经济效益尚有较大距离，其非共识性、风险性、不可预知性更为显著，具有潜在颠覆性创新的基础研究项目评审成为科研项目资助管理中的难点<sup>[9]</sup>。为冲破体制困境，由日本科学技术振兴机构本部理事会和R&D战略研究室共同组建的评审委员会负责对ERATO项目进行评审以及事前、事中和事后评价，对ERATO计划项目的最终评价针对结果但不包括研究内容的成功与否，甚至并不要求研究取得成功。正如美国国家科学基金会调查所指出的那样：“ERATO的既定目标并非促进高技术创新和把学术性科学研究引向高水平，日本所期望的是能经由ERATO摸索出一个更好的基础研究系统。”

通过系统部署、改革实施，我国基础研究加速赶超引领，进入发展新阶段。但现有评审系统尚不能适应基础研究领域评审的需求，需要积极探索突破常规但又能够公正高效地使用国家财政投入的新方法，探索建立容忍主观、管理灵活、多元化的评审机制，实现从共识性科学评审向非共识性科学评审的方法论转变。我国应借鉴ERATO评价方式，强化基础研究的全过程评价，建立以原创性和学术水平评价、专业领域研究贡献等为指引的人本评审考核人才机制，避免以“头衔”、应用性等评价考核科研人员和基础研究项目。在评审方式上，及时根据学科领域优化评审专家库，建立灵活的交叉研究评审群。同时，在统筹项目资助计划中，对交叉研究项目的通过率给予适当倾斜。

### 3.4 加大对基础研究的稳定支持机制

对科研人员来说，最宝贵的是拥有足够的科

研时间。在所有科技创新活动中, 基础研究是最需要得到稳定支持的。对日本的政府研发体系而言, ERATO 的组织运行方式带有明显的实验性质。但对政府的研发体制改革而言, ERATO 无疑是一次有益的尝试。

目前我国科研经费分配的顶层设计中, 大多数项目采用竞争性项目资助模式, 其在优化选题、有效配置科研经费、提高科研资助效率等方面具有一定优势, 但对需要长期潜心研究的原始创新活动难以起到有效支持, 也难以锻炼出杰出的科学家和原创性人才<sup>[10]</sup>。对基础研究稳定支持相对不足, 导致一批有志于基础研究且正处于“出大成果”临界点上的科学家不得不花费相当多的时间去寻找各种经费资源, 或者转向经费导向的研究方向。

建设科技强国目标需要的颠覆性创新需要基础研究的丰厚积累, 借鉴日本支持基础研究的经验, 我国要尽快对基础研究和原创性研究的长期稳定支持机制。应理顺不同科研机构的生态位, 调整对国家重大科技基础设施和技术创新中心等重大科研组织的经费资助方式, 积极推动将“支持事/项目”改为“支持所/人”的软环境建设。同时, 打造科技资源开放共享平台, 切实落实高校和科研院所自主权, 落实股权期权和分红等激励政策, 落实科研经费和项目管理制度改革, 完善知识产权创造、保护和运用体系, 让科研人员从繁琐事务工作中解脱

出来, 凝心聚力进行科学研究。■

#### 参考文献:

- [1] 胡晓丽. 科技振兴背景下的日本科技厅政策史研究 [J]. 科学与社会, 2017 (1): 132-136.
- [2] What is Erato?. Japan Science&Technology Agency (JST) [EB/OL]. (2017-12-20)[2018-02-01]. <http://www.jst.go.jp/EN/index.html>.
- [3] 刘洋. 筑波: 科学乌托邦 [J]. 环球财经, 2011 (9): 43-46.
- [4] ERATO. Japan Science&Technology Agency (JST)[EB/OL]. [2018-02-01]. <http://www.jst.go.jp/EN/index.html>.
- [5] 李政, 刘春平, 罗晖. 浅析颠覆性技术的内涵与培育——重视颠覆性技术背后的基础科学研究 [J]. 全球科技经济瞭望, 2016, 31 (10): 53-61.
- [6] 刘之远. 科研人员去哪儿了? [N]. 中国科学报, 2014-11-17 (07).
- [7] 冷民, 宋奇. 让科研人员专心做研究——我国科研环境状况调查与评估 [N]. 光明日报, 2014-04-01 (11).
- [8] 赵兵. 事业单位专业技术人员创新创业, 将得到哪些“政策红利”? [N]. 人民日报, 2017-07-11 (17).
- [9] 杨卫, 郑永和, 董超. 如何评审具有颠覆性创新的基础研究 [J]. 中国科学基金, 2017 (4): 313-315.
- [10] 张义芳, 翟立新. 科学家工作室: 一种以人为核心的资助与管理模式 [J]. 中国科技论坛, 2012 (12): 144-148.

## Practice on Japan's ERATO Program and its Enlightenment to Support Leading Basic Research in China

LI Jian-hua<sup>1</sup>, LIU Yan-bin<sup>2</sup>

(1. Ningbo Institute of Science & Technology Information, Ningbo, Zhejiang 315040;

2. Zhejiang University Ningbo Institute of Technology, Ningbo, Zhejiang 315100)

**Abstract:** After 1980s, ERATO implemented by Japan Science and Technology Agency has played a catalytic role in its national innovation system. Its past experience of achieving a leading position and catching up in basic science is worth studying. In this paper, the organization and operation characteristics of Japan's ERATO Program are studied, and some inspirations and suggestions for strengthening basic research and promoting disruptive innovation in China are put forward.

**Key words:** Japan; ERATO Program; organizational characteristics; operational effectiveness