



亚洲环境影响的比较研究

内岛善兵卫

1. 序 言
2. 环境影响评价参考资料
3. 生产活动和环境影响
 - 1) 人类的生存活动、生产活动与能源
 - 2) 生产活动和环境破坏
4. 环境影响评价
 - 1) 环境影响评价法
 - 2) 环境影响评价
5. 环境影响的减轻
6. 结 论

1. 序言

包围着包括人类在内所有生物的环境，是由大气圈、地圈、水圈和生物圈组成的。在各个圈里，照射的太阳能的流动和因此产生的物质循环相互连接，形成了一个动态的环境系统。环境对于所有生物而言，有以下几个重要的作用：

- 1) 环境是所有生物进行生命活动以及传宗接代的场所
- 2) 环境是生产和储存生命活动所必要的能量和物质的场所
- 3) 环境是传递与生命活动和生产活动相关的能量和物质的场所
- 4) 环境是进行生命活动和生产活动中排出的废弃物质的再利用和分解处理的场所。

从丰富的经验当中可以得出结论，只有在具备了上述四大机能的环境下，生物才能维持良好的生态系统，才能长久的生存下去。

地球上出现人类之后很长一段时间，和其他生物一样，人类也依靠地球生态系的恩惠维持生存。但是，由于具有了其他生物所不能发现的异常发达的大脑皮层，人类发明了语言和文字。在这种情况下，个人的所拥有的经验和知识超越了时间和空间的障碍，不断的各自累积、丰富，达到了现有的程度。

因此，明确自然现象的内部潜在的法则，并且将自然资源为己用的科学和技术迅猛发展起来。大约250年前欧洲产业革命的丰富成果在各地广泛传播。由于科学技术的发展，人类的资源消耗速度在所有领域都急速增长，现在的资源形成（比如说原油、钨状铁矿石）速度已经是地质时代的10万倍。（Budyko, 1984; 松井, 2003）

像这样利用大量的资源来进行人类的生存活动和生产活动，已经大大超出了地球生态系内部具有的自身净化能力和环境容量。因此，在地球的每个角落环境正在遭到破坏，前面所述的环境四大机能也在逐渐受到恶劣影响。这样，许多物种的生存也受到了威胁。这种影响，同样也将波及到企图通过

构筑人类圈来彻底征服地球的人类本身。

为了减少这种人为的环境破坏，避免不久的将来地球生态系和人类圈遭到破坏，非常有必要对处于地球环境和地球生态系的人类活动的影响进行量化评估，并采取相应的对策。20世纪后半叶开始，特别是进入21世纪以后，由于经济的迅猛发展，对各种资源的需求量急速增加。而对拥有大量人口、经济增长取得显著成效的亚洲各国的环境影响评价，不仅仅是为了这些亚洲国家，对于世界环境和生态系的保护都具有重要意义。

所以，本论文主要利用有关人口和生产技术的发展以及GNP和能量消耗量的统计资料，来探讨人类活动对环境影响程度的综合指标——环境影响指标。在此基础上对亚洲各国的环境影响进行比较，同时，明确各国此指标在不同时期发生的变化。另外，对于防止环境影响恶化的对策进行进一步的考察。

2. 环境影响评价参考资料

对于环境影响评价，跟人口、收入、能源生产量（以及消耗量）以及生产技术发展有关的长期资料是十分必要的。因此，本报告利用了以下一些书籍中登载的各种统计数据。

- 1) 中国国家统计局编（2004）《中国统计年鉴—2004》，中国统计出版社
- 2) Lilley, S. (1957) 《人类和机械的历史》（小林秋男，伊藤新一译），岩波书店
- 3) Lucas, R. E. (2002) “Lectures on Economic Growth”, Harvard University Press
- 4) Lucas, R. E. (2003) “The Industrial Revolution: Past and Future”, The Region—2003
- 5) Madison, A. (2004) 《世界经济2000年史》（金森久雄译），柏书房
- 6) 世界银行编（2000、2001、……2005）《世界经济，社会统计》（鸟居泰彦监译），东洋书林
- 7) 统计研修所编（2000、2001、……2005）《世

界的统计》，国立印刷局

8) 矢野恒太郎纪念会编 (2000、2001、……2005)《世界国势图绘》，矢野恒太郎纪念会。

3. 生产活动和环境影响

1) 人类的生存活动、生产活动与能源

根据最近遗传人类学的调查研究，已经进入到地球的每个角落并将地球改建为人类的行星的有智慧的人，在十几万年前起源于非洲（比如海部，2005），从那以后，为了适应不同的环境，不断的磨练生存技术向世界各地扩散迁移、定居，直到形成现在的状况。

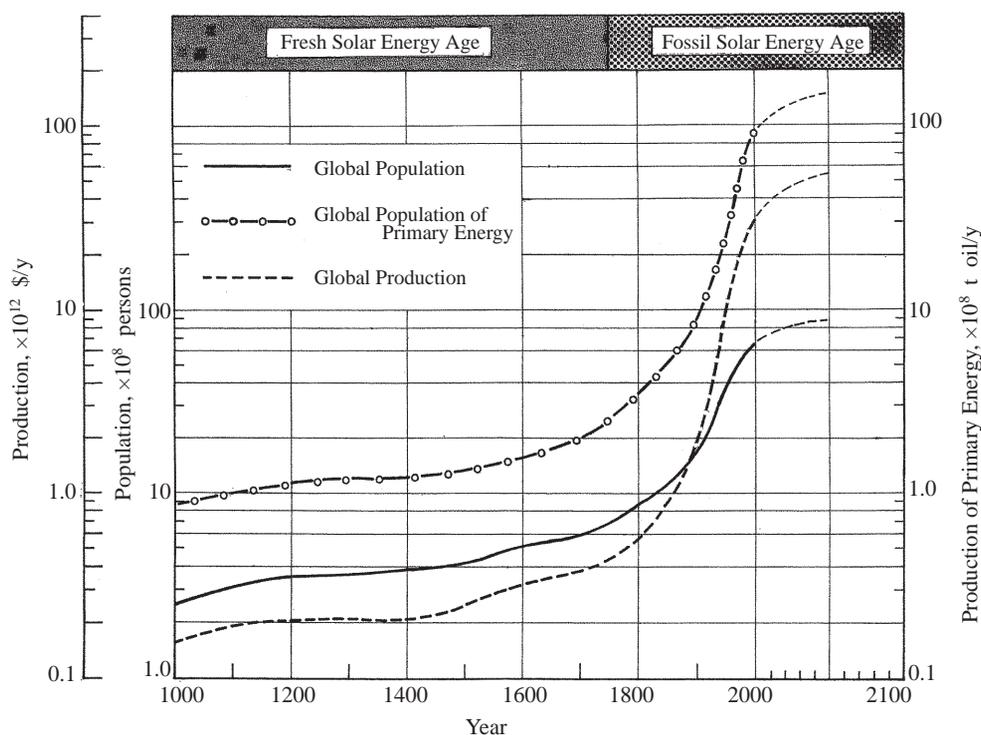
如前所述，人类最初也是自然生态系的一员，依靠自然的恩惠生存。但是，情况逐渐变为人类为了自身的生存，用自己优秀的智能大量利用大自然所拥有的资源。从那以后，以将地球上所有的资源都用于自身的生存而开发的地球资源化技术的完成

为目标，人类开始了不懈的努力。这种倾向在知识积累成长为科学技术的产业革命的成果不断广泛传播的过程中尤为显著。

随着这种科学技术的发展，人类从地球和地球生态系摄取、利用的资源呈指数函数急速增长。世界人口也成比例的增长，国民生产总值也高速上升。图1显示了这种情况。这个图补充了诺贝尔经济学者 Lucas 博士所绘制的原图中，一次性能源生产量随着时代变迁发生的变化以及到这个世纪中叶的情况的预测。

从图中可以看出，人类主要依靠薪炭等木制材料和风力、水力等能源是在1750年以前，也就是所谓的持续了约800年的新型太阳能时代里，世界人口和世界 GNP 以相对平行的状态缓慢增长。Lucas 认为，在这种新型太阳能时代中，人口和 GNP 的世界年增长率在 1% 以下，人均年收入约为400美元。这种收入水平与现在世界上最贫困的国家里，自给自足的农家的收入水平基本相同。

打破这种低收入带来的经济停滞的是18世纪



【图1】过去的一千年中人口、国民生产总值、一次性能源生产量的变化和21世纪前半叶的预测 (Lucas, 2002追加)

中叶开始兴起的产业革命。由于长年知识和经验的积累造成的各种生产技术和与其所对应的资源利用量的增加，各种产业一起开始了轰轰烈烈的革命。因此，世界从经济停滞状态急速向生产力增长的新时代转换。这一点从西历1990年左右人口曲线和收入曲线发生了交叉就可以看出来。收入曲线的上升从进入20世纪之后尤为明显。Lucas (2003) 将各个世纪的收入上升率表示如下：

- 18世纪：0.33%
- 19世纪：1.0%
- 20世纪（1-60）：2.4%
- 20世纪（60-00）：4.0%

之所以产生这种世界收入的戏剧性变化，是由于各种生产技术不断被开发，生产过程中消耗的资源、特别是能源资源从18世纪以前的新型太阳能向化石太阳能（地质时代照射的太阳能经过生物过程和地质过程被浓缩的物质）转移。进入20世纪后半叶后，存在着原子能的利用，但是，18世纪

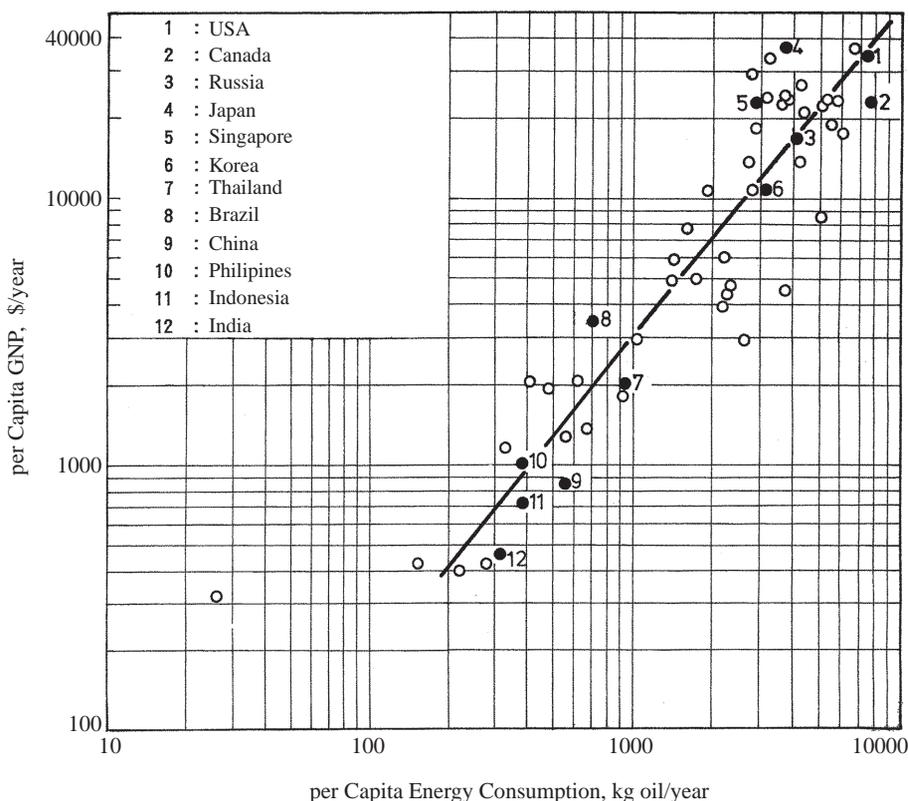
中期以后，是化石太阳能能源的时代，人类对能源的利用量急速增加，2000年用石油来换算达到了年利用量90亿吨。由于这样大量的能源投入，以农业为首，各个产业领域的生产力都得到了飞跃性的提高。因此许多产品丰富着市场，至少是发展中国家的居民也开始享受以前做梦也没有见过的丰富和便利的生活。如图2所示。

如图中显示的那样，各点的分布虽然很不规则，这种关系表示了人均国民生产总值与能源消费量是成比例上升的。也就是说，为了提高国民收入水平保证良好的生活质量，必须在国内配备能够消耗更多能源的产业。

$$GNP = 9.31 + 0.55e^{(1.25)} \quad (1)$$

在这里 GNP：人均 GNP（美元/年）、e：人均能源消费量（kg 石油/年）

点之所以会分布不规则，在后面将会讲到，是由于各国之间投入能源的生产效率相差太大所致。



【图2】西历2000年人均能源使用量 (e) 和人均收入 (GNP) 以及两者的关系 (世界的统计——2005年作成)

Perry & Landsberb (1977) 为了推测不久的将来能源的需求量, 使用了70年代的统计数据, 研究了 e 和 GNP 的关系, 得出了和(1)式相同的关系。但是 e 的幂指数大约为1.0。这表示最近, 整个世界的能源生产效率都上升了。另外, 在 $GNP < 400$ 美元/年的地域, e 的幂指数大约为0.5 (内岛, 1999)。这是由于, 低收入国家的投入能源大部分仅仅用来维持生存, 并没有面向为了提高生产效率而进行的生产基础的调配。非洲以及亚洲的很多国家都属于这个范围, 他们靠化石太阳能的大量使用来促进经济起飞, 也就是说开始了脱贫的道路。

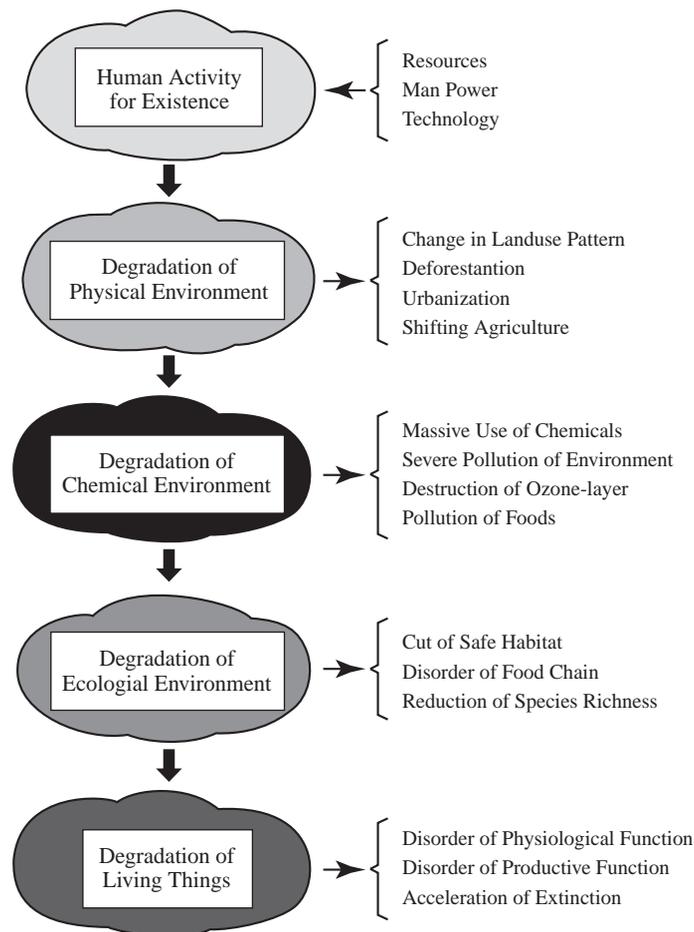
2) 生产活动和环境破坏

随着科学技术的发展和资源利用的增加, 地球上经过漫长的岁月形成的本来的风貌正在逐渐消

失, 现在, 地球几乎变成了人类自己的行星了。另外, 仅仅为了加强人类自身的物质上的富饶程度, 就以全球性的地球环境和地球生态系统的破坏为代价。这样, 维持生命存在的环境四大机能也即将失调。

由于人类的生存活动和生产活动的扩大和加深造成的地球环境恶化和破坏的情况, 如图3所示是呈瀑布状的。人类为了居住和食物, 砍伐树木、平土地、挖沟渠, 将周边很细小的土地小规模化。这种动向, 由于巨大城市群的构筑和大规模的灌溉、排水等大型机械的引入, 已经达到了改造自然的水平。这些都只影响到地球表面的热、水的分布等物理过程, 也就是说生物的基本生存环境—气象环境。

更进一步说, 随着科学技术的进步, 进入20



【图3】由于人类活动造成的环境破坏的瀑布式表现 (内岛, 改变1999)

世纪以后为了使生产过程效率化大量的化学物质(肥料、农药等多种人工化学物质)被投入到生产中。这些物质使环境内以及生物内的化学过程能够被驾驭和操纵,提高了产品的产量。本来,这些物质在完成了上述目标之后,应该被作为无害化合物被排放到环境中去的。但是,要实现这种理想状态几乎是不可能的,很多化学物品都保留着原有的化学药性被排放到环境中了。这样,自然环境中很多化学过程和化学环境都发生了紊乱。世界各地被发现的水质污染、大气污染、土壤污染以及平流层臭氧曾的衰退等,就是最好的例子。

环境内的物理条件和化学条件成为一体,形成生态条件,与生物群的生存紧密相连。进入20世纪后半期之后,由于大量的化学物质的使用,陆地、河川、湖沼、大气中的化学条件正在恶化。其中对人类生活有巨大作用的有机盐系化合物(DDT, BHC, 氟里昂等),虽然是很少量的,但是也在向地球环境和生态系的每个角落扩散,造成了地球环境生态机能的恶化。特别是,这些化学物质具有通过食物链被浓缩的特性,直接威胁到人类生命。

如图1所示,产业革命开始后约250年,地球上人类的活动的扩大从未停止过。因此地球环境和改变和恶化也在进行,可以说现在已经到了最终阶段——生物自身的恶化、进入破坏阶段。大约经过了40亿年进化过程的生物最基本的特征,主要有以下几点:

- 1) 靠复杂的生物体膜来将自身同外界隔离,达到保护自己的目的。
- 2) 通过生物体膜来同外界交换生存能源和物质。
- 3) 保持自身的繁殖能力。

在系统发生和个体发生的进程中将这三个基本特征进行统一维持、驾驭的就是生物。统辖这些过程的就是细胞内的遗传子——DNA。为了提高生产效率合成、使用的许多化学物质都通过生态系统的针眼构造和食物链来使其浓缩,使生物的很多生理机能发生紊乱,扰乱生殖机能。这样,生物自身的变质和恶化在不知不觉中进行。这对于有40亿

年进化史的生物群来说,是过去从来没有过的人为的破坏。所以,在生物体内没有抵御这种侵害的机能。这对于人类也是一样的。

从图3以及以上的说明可以看出,人类的生产活动对地球上物理环境、化学环境、生态环境以及生物自身都起着级联(cascade)作用。对生物群的影响在以下的阶段中更加严峻。现在为了确定各阶段的环境恶化和对生物的影响,许多科学手段正在被开发和利用。但是,对于人类的生产活动对于地球环境和地球生态系的综合影响——环境影响评价的研究还不是很多。

4. 环境影响的评价

1) 环境影响的评价法

对各个环境条件的认为造成的变质、恶化进行测定、评价的研究越来越多,并取得了有益的成果。与其相比,有关人类生存、生产活动对于环境的影响的综合评价、环境影响的研究还不是很多。现在,有以下几个例子:

Ehrlich Ehrlich (1994) 关于地球的环境容量和地球所能承受最大水平的人类活动的影响的总说中,表示了以下的看法:

$$I=P \times A \times T \quad (2)$$

在这里:I:人类活动的环境影响,P:人口的影响,A:国民生产总值的影响,T:技术的影响。这种关系被称为人类活动的环境影响指标——IPAT。最近,Mealows等(2005),Wackernagel等(1996,1999)提出的向生态足迹(EFP)方面靠近的人类活动评价中指出,IPAT是可以利用的。另外,Peijun等(2005)为了对环境的影响进行评价提出了与EFP相似的生态和谐(PS)。

在(2)式中,很容易就得到人口和GNP岁时代变化的有关数据,但是对于技术进步(T)随时间发生的变化进行定量的评价却是比较困难的。另外,为了对生产技术的发展进行定量的评价,Lilley(1959)研究了从公元前5500年开始到西历1945年

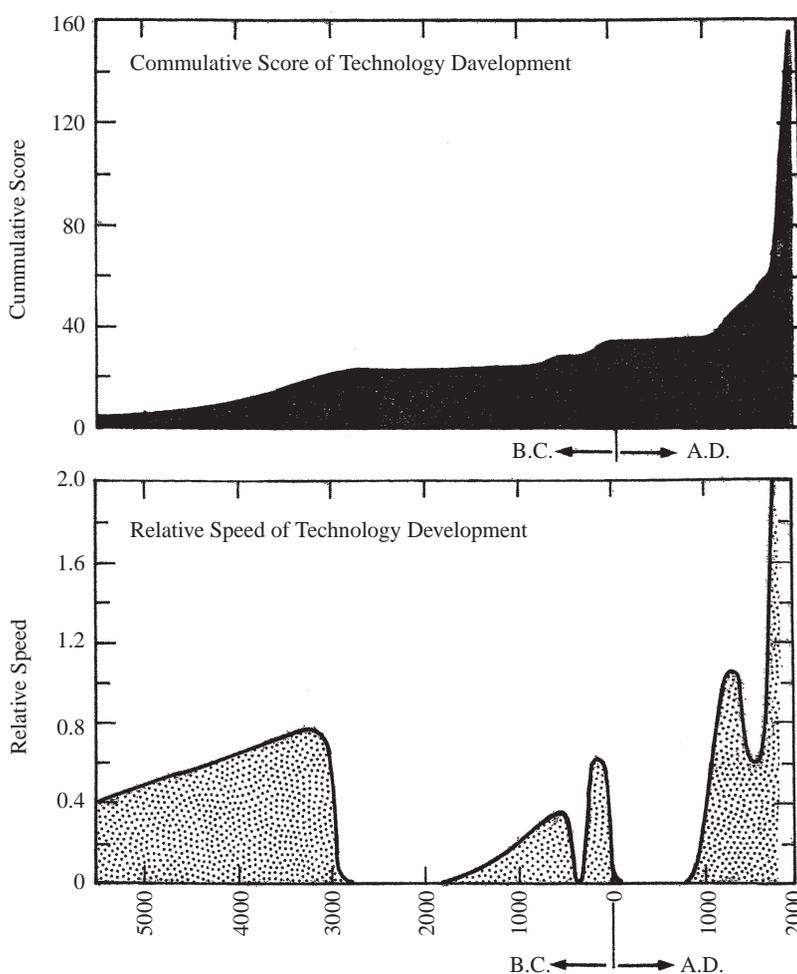
的技术史。他把每个技术的重要度打上分，(从0.0到1.0)，通过积算对生产技术的发展随时代变化的情况作出评价。结果如图4所示

如图所示，生产技术发展的积算分从5500年前的约5非常缓慢的增长，到了西历元年首次达到了约30。之后，大约有1000年停滞不前，随后，特别是进入19世纪以后，可以说是成爆发性急速上升。这反映了经过长时间的助跑，科学技术的发展以产业革命的形式一口气开花结果这一事实。图的下面显示的是积算曲线的时间微分也就是技术发展速度的随时代的变化情况。从那以后，过去的生产技术的发展与社会体制的变化相适应，蓬勃的发展起来。

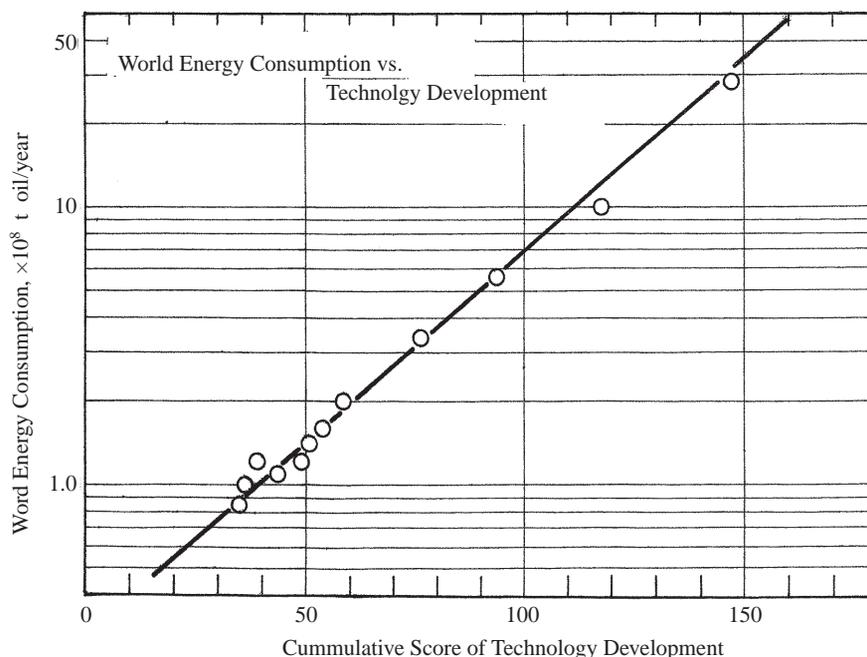
利用图4，可以计量世界规模的生产技术发展，代入(2)式之后，可以对人类活动的环境影响进行评价。但是，许多国家都没有将生产技术的发展进行单独个别的评价。因此，(2)式很难在各国环境影响评价中被利用。Meadows等(2005)提出，IPAT中的T是各种资源的流动产生的向必要场所运送的能量量与单位能源—平均环境影响的积。这样，技术发展(T)的影响，近似地可以以被投入能量量的影响来代替。

为了证实这一想法，利用图一所示的过去1000年的一次性能源生产量和图4所示的生产技术发展曲线，调查两者的关系，得出了图5的结果。

如图所示，随着生产技术发展的积算分的增加，



【图4】上：纪元前5500年至20世纪中叶生产技术发展的积算分随时代发生的变化
下：同期间生产技术发展的相对速度的变化 (Lilley, 1957年作成)



【图5】生产发展的积分和能源生产量的关系

能源生产量也在急速增加，这个关系与下式近似：

$$E = 0.285 \exp(0.032CI) \quad (3)$$

在这里：E：能源生产量（×10⁸（的8次方）吨石油/年），CI：生产发展的积分。

假如说这个关系在20世纪后半叶也同样适用的话，在这个期间内，可以从能源生产量推测出生产发展的积分。如果把现在在西历2000年的能源生产量当作90亿吨石油/年的话，从上面的关系可以得出下面的值：CI=178.6在大约50年间，有革新的生产技术不断被开发，生产发展的积分在这期间大约增大了32。以这种技术发展为原动力，将地球上的一切资源（空间、现象、资源、生物）都仅为人类所用，完成地球资源化技术就在21世纪。利用(3)式，可以从世界能源生产量（以及消费量）了解整个世界的生产发展状况，并使(2)式能够利用于对环境的影响评价。但是，对各地区以及各国的生产发展进行个别评价的方法还没有被开发。将(2)式变为以下的形式，就可以应用于各国的环境影响评价。

$$I = P \times A \times E \quad (4)$$

2) 环境影响的评价

a：世界环境影响随时代的变化

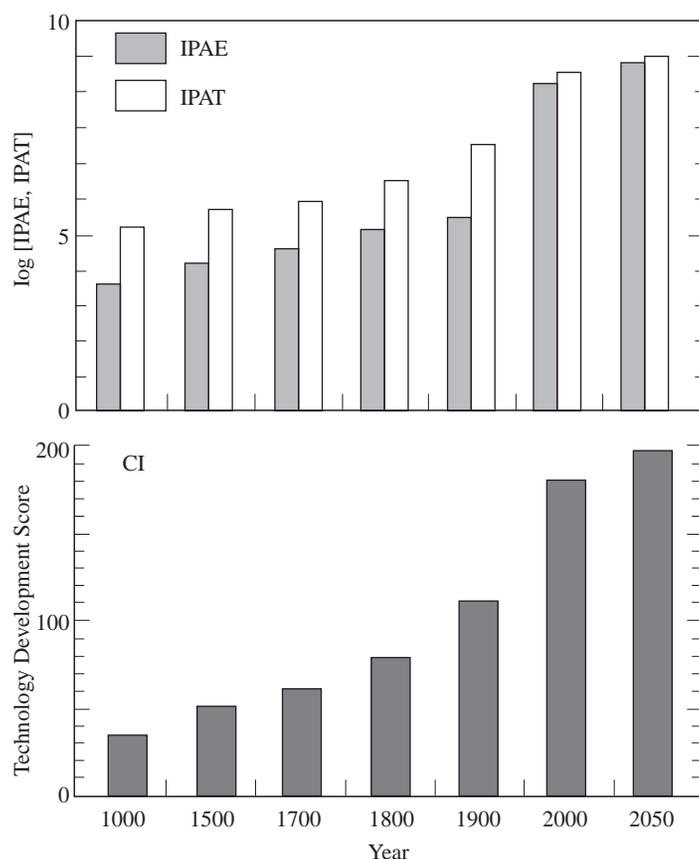
利用图1的资料以及上面所讲的环境影响评价法，对地球上人类的生产活动对地球环境的影响进行评价。在计算时，人口和收入（GNP）以及能源量以亿为单位，生产发展的积分以1为单位。这样的人为的计算操作对于评价结果有怎样的影响还需要进一步的研究。对于环境影响的评价，应用了以下关系：

$$IPAT = P \times A \times CI$$

$$IPAE = P \times A \times E$$

从西历1000年开始到2000年的统计资料以及到2050年的预测值中得到的环境影响随时代变化的情况图如图6——下所示。图6下显示的是由(3)式求出的 $CI = [\log E - 0.546] / 0.014$ 这个式子中得到的生产发展的积分随时代变化的情况。

如图所示，两者的绝对值虽然有所不同，但是IPAT和IPAE都随着时代的发展而增加。特别是由



【图6】上：IPAE 和 IPAT 随时代变化的情况和预测
下：生产技术发展的积分 (CI) 随时代变化的情况和预测

【表 1】

西历	1000	1800	1900	2000	2050
IPAE	1.00	41.10	814.9	39.3 × 10 (4 次方)	167.4 × 10 (4 次方)
IPAT	1.00	22.51	226.1	1.96 × 10 (4 次方)	6.45 × 10 (4 次方)

于18世纪产业革命以后带来的生产技术的发展和人口、收入以及能源量的急剧增加，环境影响也随之激增。因此，地球上每个角落都在发生着环境的恶化和破坏。现在把西历1000年的环境影响 (IPAT = 171.56 × 10 (3 次方), IPAE = 4.32 × 10 (3 次方)) 作为1.00, 来求得1800、1900、2000、2050的相对影响得出以下结果 (表 1)。

从表 1 可以看出，环境影响以第二次产业革命的20世纪里经济活动的爆发为契机，发生了异常迅猛的增长变化，1000年间 IPAE 大约增长了40万倍，IPAT 大约增长了2万倍。这种势头在进入了21世纪之后也没有回落的兆头，反而越来越强。

可以推测出环境影响在2000年到2050年 IPAE (167 × 10的4次方、IPAT 2.78倍 5.45 × 10的4次方) 将达到以前的4.26倍。这些环境影响与 Medadows 等人的人类生态足迹 (HEF) 相比较的话，21世纪的环境影响将大大超过他们所说的持续可能程度 (HEF ≅ 1.1)，进入不可能持续的地域 (HEF > 1.5)。这暗示了如果现在的人口、收入、能源使用量的状况持续下去的话，21世纪末地球生态系统和人类圈将无法持续维持生存。

图 6 的下显示的是从(3)式和能源生产量推测出的生产技术发展的积分。在新型太阳能时代，生产技术的年发展速度在0.03-0.081之间，非常的低。

但是，以产业革命为契机飞速增加，大约是产业革命前的10倍。这种趋势在以后还会加强。但是，由于各种节能技术和高效率生产技术的开发和普及，能源使用量和生产技术发展的关系，将会与现在有所不同。所以，对于(3)式所显示的关系有必要以更更新的基础，进行进一步探讨。

b：亚洲诸国的环境影响

如上说明，按照国别评价生产技术的发展速度是很困难的，因此，按国别评价环境影响要使用(4)式。也就是说，将西历2000年人口、GNP、能源生产量有关的数据用(4)式处理之后，得出亚洲各国的环境影响(IPAE)。结果如图7所示。在图中为了参考，将美国的环境影响也列入其中。

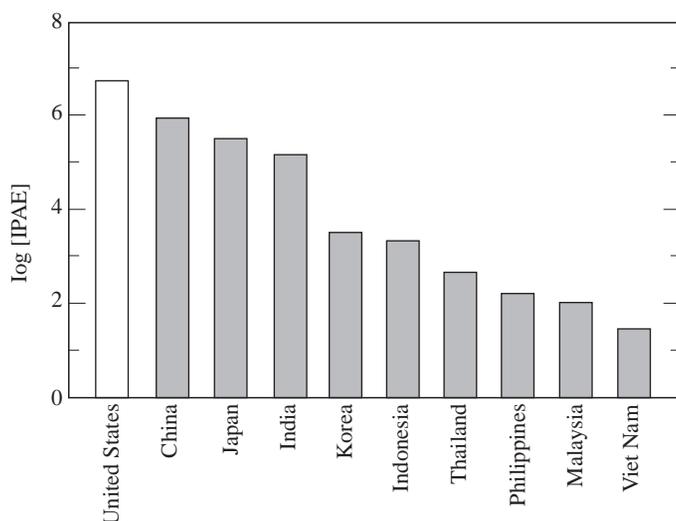
同世界超级经济大国美国的环境影响相比较(IPAE=6.12×10的6次方)，亚洲诸国的环境影响是很小的。作为超级人口大国和处于经济高速发展时期的中国是美国的16%，世界第二经济大国日本是4.7%，印度是2.5%。但是本世纪亚洲诸国的经济发展取得的成效非常显著。特别是中国和印度加入世贸之后，不到2050年就有可能成为能与美国相匹敌的经济大国。因此，从世界各地进口各种资源特别是石油和铁矿石以及食品用于生存活动和生产活动。另外，将大量的产品向世界各国出口，但是付出的代价便是大量的环境污染物质的排出。最近的研究表明，东亚已经成为地球大气污染和海

洋污染的主要污染源之一。因此，对这些国家排出的污染物质进行遏制、减少，不仅是亚洲诸国更是全世界都应该广泛关注的重要课题。

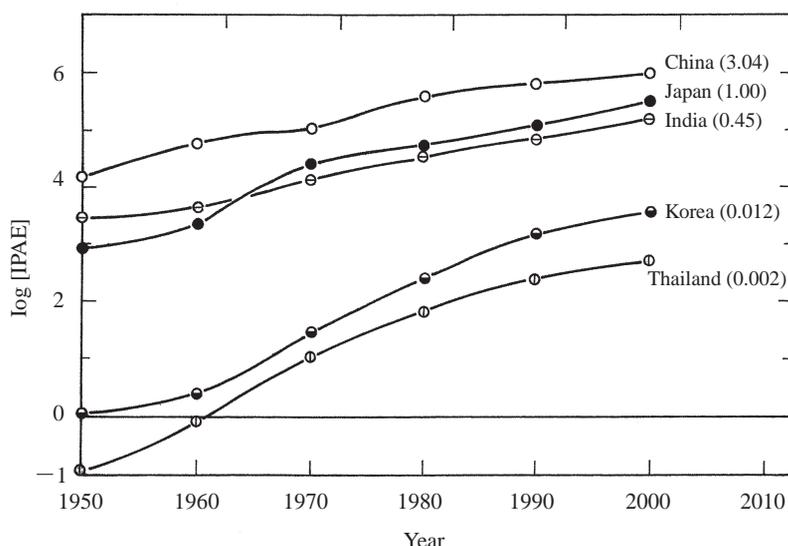
如Lucas(2002)提出的那样，以日本、中国、韩国为中心的东亚诸国登上世界经济舞台是在1950年以后。随着这些国家的经济发展及资源消费的持续扩大，各国的环境影响也在20世纪后半期持续增大。这种状况，以亚洲五国(中国、日本、印度、韩国、泰国)为例在图8中显示。

从这个图中可以看出，五个国家在进入20世纪后半叶之后，进入经济高速增长期，构筑了庞大的资源输入、加工、输出体制。与其相应的环境影响也在持续增加。因此，在各国频繁发生严重的环境污染和破坏，给许多野生生物和居民带来了恶劣的影响。另外，众所周知，为了经济发展许多重要的自然植被急剧减少，生物多样性遭到了严重的破坏。

图中括号内的数值表示的是西历2000年环境影响的相对值(将日本的值作为1.00)。2000年环境影响的相对值中，中国：3.04；印度：0.45；韩国：0.012；泰国：0.002。拥有众多人口和显著经济发展成效的中国的环境影响是日本的3倍，是亚洲最大的国家。在不久的将来，在人口和经济活动方面可能与中国想匹敌的印度现在是日本的一半，但是在本世纪中叶将远远超过日本，成为与仅次于



【图7】西历2000年亚洲诸国和美国的环境影响(IPAE)的比较



【图 8】20 世纪后半叶亚洲五国的环境影响变化

【表 2】50 年间 (1950-2000) 环境影响及其 3 要素的增加倍率

	中 国	印 度	日 本	韩 国	泰 国
IPAE	62.3	52.8	365	1542	4415
人 口	2.33	2.86	1.52	2.21	3.02
收 入	4.50	2.09	29.48	31.89	7.49
能 源	6.09	8.79	8.15	77.61	195.0

中国的环境影响大国。

利用图 8 可以求出 1950 年开始到 2000 年结束 50 年间的环境影响 (IPAE) 的增加倍率。这个结果同环境影响的三大要素 (人口、收入、能源消费量) 的增加倍率一起在表 2 中表示。50 年前的人口大国 (3.6-5.5 亿), 经济规模也比较大 (约 2000 亿美元/年) 的中国和印度的环境影响倍率是五个国家中最小的 (53-62)。另外, 50 年前经济活动 (约 150 亿美元/年) 规模比较小、人口 (约 2000 万人) 也比较少的韩国和泰国, 环境影响的增加倍率是最大的 (1542-4415)。当时, 人口 (8000 万人) 和经济规模 (1600 亿美元/年) 都居中的日本的环境影响增加倍率处于这两者之间 (365)。

中国和印度 3 个要素的增加倍率都在 10 倍以下。IPAE 很高的韩国和泰国, 能源使用量的增加倍率特别大。处于中国、印度群和韩国、泰国群中间的日本, 经济规模的增加倍率 (收入) 最大 (29.8)。

从这个结果可以看出, 环境影响的大小和内容, 很好的反映出了各个国家经济发展的内部构造。

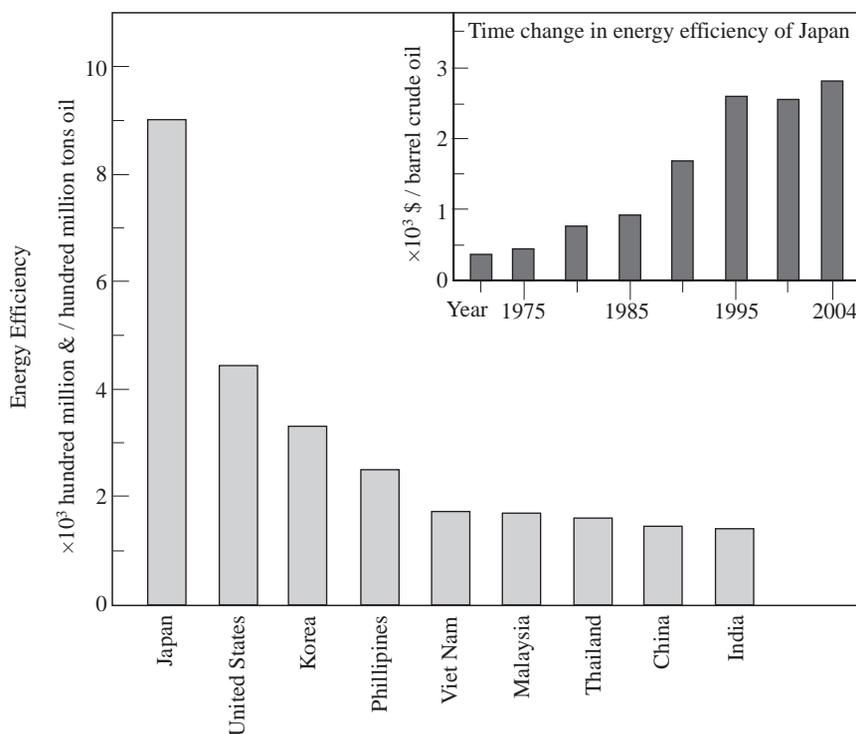
5. 环境影响的减轻

现在, 很多人都在进行对于全球规模的环境和生态系恶化和破坏的研究, 世界各地的环境现状都有详细的报告。另外, 为了对未来进行预测, 还制作了精致的模型, 不久的将来地球环境的面貌用电脑展示出来。有了这一系列的工具, 人类的生产活动对地球环境和地球生态系统的影响减轻, 并使它在可持续发展的范围内得到有效管理, 与其有关的种种政策正在被研究和提出。

比如说, Meadows 等人 (2005) 根据与地球环境—资源—人类的相互关系相关的研究, 将减轻环境影响 (对于他们来说是人类生态脚步的减少) 的方法进行了概念性的整理。参考这些资料, 记录

【表3】环境影响的减轻法的分类和内容

控制人口增长	富裕的适度化	生产技术和生活方法的改善
○女性地位的上升	○基本富裕的确立	○节能机器的开发和普及
○教育制度的改善和充实	○物质丰富的上限的教育	○生产过程和利用过程的能源效率的改善和提高
○女性识字率的提高	○内心富裕的教育和追求	○人口再生计划的制定和实践·普及
○有助于同生态系统持续共生的生活方式的社会伦理的追求和教育	○能源效率高的住房和城市区的开发与建筑	○福利制度的改善和充实
○土地制度的改革	○爱惜而不浪费意识的普及和活用的推进	○所有产品的长寿命化
○避孕技术的改良和普及	○爱惜自然之心的孕育	○控制原材料使用的制造方法的开发
		○环境影响较少的原料和制造方法的开发



【图9】西历2000年亚洲诸国的能源效率比较（世界的统计，2005作成）

环境影响的减轻方法如表3所示。如表所示，在环境影响的减轻中，有①人口增加的遏制，②GNP水平的适当化，③节能技术的开发、普及，三个政策。在实施这些政策的过程中，特别是实施①和②政策的过程中，取得居民的理解和赞同，建立系统的将其贯彻到整个社会当中去是非常必要的。Meadows等人提出，为了进行代替产业革命的可持续性革命，必须强调①计划未来，②形成网络，

③讲真话，④学习，⑤珍惜地球和自然生态系统。

除了上述社会伦理的政策之外，在节能技术和高效率电器的开发等科学技术领域，人们也在做着各种努力。要想使这些技术性的方案获得实质性的成功，就必须好好把握现在全社会的能源效率。根据西历2000年的数据得到的亚洲诸国的全社会的能源效率如图9所示。为了进行比较，在图中也显示了美国的效率和日本的能源效率的年代变化（框

内)。

如图所示, 全社会的能源效率方面 (亿美元/亿吨石油), 从日本的9000到印度的1333, 各个国家有很大的差别。也就是说, 日本在高效利用能源方面是印度的6.8倍。现在, 作为世界的工厂消耗和使用大量能源的 (约7.2亿吨/年) 中国的能源效率和印度一样, 非常的低下。也就是说, 为了得到一个单位的产品, 要消耗相当与日本的6倍的能源。

在图9的框内, 显示了日本社会的能源效率随时代变化的情况。现在以最高能源效率国自居的日本, 在30年前也在滥用能源。当时, 生产一个单位的产品, 消耗的能源是现在的8倍。但是, 70年代在经历了数次石油危机的过程中, 多种节能技术以及高效率的机器被开发利用, 再加上国民的共同努力使这些技术得到普及, 广泛深入社会。正因为这些努力, 才能形成和维持如图9所示的能源高效社会。日本的成功经验说明, 构筑节能技术和机器都比较完备的社会基础, 用尽可能少的能源生产尽可能多的产品, 构建资源丰富的社会是可能的。这也会使能源资源以及其他资源的浪费能到抑制, 环境污染物质的排出量也能够减少。也就是说, 这与每个国家以及整个世界的环境影响是联系在一起。

但是, 在地球环境、地球生态系统以及人类圈之间构筑可持续的、共生的关系, 单单依靠节能技术的开发等技术工学发面的政策是不够的。就如表3所指出的那样, 在人类活动已经超越了地球生态系统可持续发展范围的现在, 将人类对地球生态系统的物质要求抑制在可持续发展范围之内这种社会伦理方面的对策也是不可或缺的。(内岛, 2005; Meadows等, 2005)。但是世界上的人在产业革命以后, 由于以下的想法, 将对地球自身的利用向全世界规模推进。(加藤等, 1991)

- ①所有人类的物质生活水平有必要提高
- ②人类可以达到的生活水平没有上限
- ③人类可以通过科学和技术征服环境
- ④生活水平的提高意味着幸福

⑤政府的主要职能是达到物质的繁荣。

这五种想法, (加藤称其为独断) 确实推进了科学和技术的发展, 使经济得到起飞, 使世界许多国家和地区摆脱了贫困, 带来了现今物产富饶的社会。但是, 如果继续坚持走这一路线, 人类的生产活动超出地球生态系统可持续发展的范围将不可避免。(大面积降酸雨、地球温室效应、异常气象多发、大量物种灭绝等事实已经证明了这一点)。因此, 为了遏制环境影响的恶化, 在这个有限的地球空间内, 构建地球生态系和人类圈可持续发展的共生生存关系, 如表3所示的抑制人口增长, 将物质生产适当化, 以及节能技术的开发等政策系统的向整个社会引入, 是非常必要的。而最最基本的是, 人类必须认识到, 人类自身只是地球生态系的寄食者, 如果没有了地球生态系统, 自身也将无法生存。

6. 结 论

为了评价人类的生产活动对抚育着一切物种的地球环境产生的影响, 利用了与人口、收入、能源消费、生产技术的发展度有关的资料, 以全世界和亚洲诸国为例得到了两个种类的环境影响 (IPAT, IPAE)。以18世纪中叶开始的产业革命为契机, 人口、收入、能源生产量都急剧增加, 许多国家都摆脱了贫困。但是, 作为摆脱贫困的代价, 世界的环境影响也从18世纪中期开始急剧增加, 1000年间IPAE是以前的40万倍, IPAT是以前的2万倍。如果这种现象继续持续下去的话, 这个世纪末地球生态系统和人类圈的将不能持续发展。

亚洲的许多国家在1950年以后进入了高速增长期, 也就是说亚洲开始摆脱贫困, 但是与此成比例的环境影响 (IPAE) 也急剧增加, 形成了现在的局面。西历2000年的环境影响中, 将日本作为1.00的话, 中国为3.0, 印度为0.45, 韩国为0.012, 泰国为0.002。将左右着环境影响的全社会的能源效率进行比较, 中国、印度的能源效率仅为日本的约1/6。这暗示了在其他国家, 也有可能靠引入节能技术和高效机器来节省资源, 减少环境影

响。但是，由于中国、印度作为 BRICS 的一员今后在经济发展上会取得巨大成效，以日本、韩国、中国、印度等国家为中心的亚洲环境影响在不久的将来，有可能会与世界超级经济大国美国相匹敌。因此，亚洲，特别是东亚的环境污染物质放出对策和人口增长对策以及 GNP 的适当化对策将成为这些地区的环境保护以及地球环境保护的重要课题。

现在，由于高速的经济增长，地球环境和地球生态系呈多样化扭曲状态。不仅如此，大面积酸雨、海洋污染、温室效应、森林面积的减少环境荷尔蒙

等环境和生态系的恶化和破坏不断发生，影响已经波及了人类圈。为了减少环境破坏，保护生态系统，①抑制人口增长，②收入水平适当化，③节能技术的开发、普及等政策的广泛实施是非常重要的。为了使这些政策能成功的扎根社会，人类必须认识到自身只是地球生态系的寄食者，如果没有了地球生态系统，自身也将无法维持生存。另外，向人类与地球生态系可持续的，共同生存的生活方式和生态系统转变也是非常必要的。

参考文献

- Budyko, M. I., 1984: 生物圈的进化——地球上生物和气候的历史和未来 (内岛善兵卫译), 关于生物链的文献翻译系列 No. 2. 农林水产技术会议事務局, p. 305.
- 中国国家统计局, 2004: 中国统计年鉴—2004. 中国统计出版社.
- Ehrlich, R. R., and Ehrlich, A. H., 1994: 人口爆发 (水谷美穗译). 新耀社, p. 347.
- 海部阳介, 2005: 人类回归的路, 日本放送出版协会, p. 332.
- 加藤秀俊·田中圭治郎·半田章二, 1991: 学校、社会教育中的环境教育的国际比较. 加藤俊秀编: 日本的环境教育, pp. 227-344, 河合出版.
- Lilley, S., 1957: 人类和机械的历史 (小林秋男, 伊藤新一译). 岩波书店, p. 315.
- Lucas, Jr. R. E., 2002: *Lectures on Economic Growth*. Harvard University Press, p. 204.
- Lucas, Jr. R. E., 2003: *The Industrial Revolution: Past and Future. The Region—2003*, p. 14.
- Madison, A., 2004: 世界经济2000年史 (金森久雄译). 柏书房, p. 441.
- 松井孝典, 2003: 宇宙人的生存方法——宇宙生物学的探索. 岩波书店, p. 218.
- Meadows, D., Randers, J. and Meadows, D., 2005: 生长的界限 (枝广淳子译). 钻石社, p. 408.
- Peijun, S., Tao Y. and Jing, C., 2005: Ecological Capital Assessment and Land Use Adjustment: the Path to Sustainability, *Global Change NewsLetter*, No. 62, pp. 13-17.
- Perry, H. and Landsberg, H. N., 1977: Projected World Energy Consumption, *Studies in Geophysics, Energy and Climate*, pp. 35-50, National Academy of Sciences.
- 世界银行编, 2000-2005: 世界经济, 社会统计 (鸟居泰彦监译). 东洋书林.
- 统计研修所编, 2000-2005: 世界的统计. 国立印刷局.
- 内岛善兵卫, 1999: 地球和人类的去向, 宫崎公立大学公开讲座(4) 解读环境时代, pp. 11-32, 宫崎公立大学.
- 内岛善兵卫, 2005: 新地球温暖化和影响. 裳华房, p. 216.
- 矢野恒太郎纪念会编, 2000-2005: 世界国势图绘, Vol. 1-14, 矢野恒太郎纪念会.
- Wackernagel, M. and Rees, W. E., 1996: *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth*, New Society, Gabriola Island, BC.
- Wackernagel, M., Lewan, L. and Hansson, C. B., 1999: Evaluating the Use of Natural Capital with the Ecological Footprint, *Ambio*, 28, 604-612.

(史歌 译, 朱坤容 校)