

第1章 地球温暖化対策からみた太陽熱利用の意義

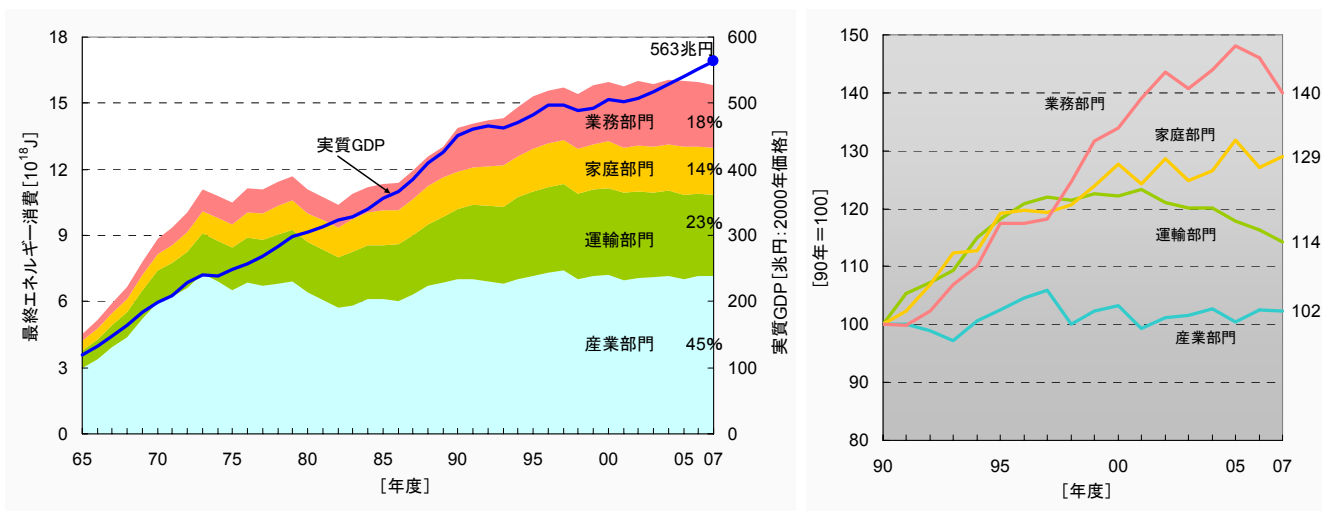
我々が消費している石油や石炭、天然ガスなどのエネルギー資源は限られた資源です。快適性や利便性の向上、国民のライフスタイルの変化などにより、エネルギー消費量は増加傾向にあります。地球温暖化防止、またエネルギーの安定供給の面からも、エネルギー資源の有効利用、また再生可能エネルギーなどの非化石エネルギーの導入拡大が求められています。

1.1 我が国のエネルギー消費

■部門別エネルギー消費量の推移■

我が国のエネルギー消費は3つの部門に分けられます。モノの生産にエネルギーを利用する産業部門、ヒトやモノの輸送にエネルギーを利用する運輸部門、業務施設や家庭でエネルギーを利用する民生部門です。部門別にエネルギー消費の割合を見ると、2007年時点で、産業部門は45%、運輸部門は23%、民生部門（業務・家庭）は32%を占めています。

エネルギー消費の推移を見ると、1990年以降より産業部門はほぼ横這いで推移しており、運輸部門は2001年を境に減少傾向に転じている一方、民生部門は増加傾向にあります。2007年のエネルギー消費は、1990年比では、家庭部門は1.3倍、業務部門は1.4倍と増加しています。民生部門のエネルギー消費増加の背景には、業務部門では、事務所や店舗等の延床面積の増加、それに伴う空調・照明需要の増加、またOA化の進展などが考えられます。また、家庭部門では、国民のライフスタイルの変化、世帯数の増加等の社会構造変化の影響などが考えられます。



(a) 部門別エネルギー消費の推移

(b) '90年を100とした場合の比率

図 1.1.1 最終エネルギー消費と実質 GDP の推移

出所) 経済産業省 資源エネルギー庁「エネルギー白書 2009年版」2009.5.21

1.2 我が国のエネルギー供給

■一次エネルギー供給構造■

我が国で供給される一次エネルギーのうち、最も供給割合が高いエネルギー資源は石油です。LP ガスを合わせた供給割合は、1973 年の第一次オイルショック当時の 78%と比べると低減してはいますが、2007 年時点で 47%と、依然として石油依存度は高水準です。また、天然ガス（16%）や石炭（21%）の依存度も高く、化石燃料全体の依存度は 8 割以上となっています。

エネルギー資源の安定供給、また温室効果ガスの排出に伴う地球温暖化の防止の観点からも、非化石エネルギー（太陽エネルギー等の再生可能エネルギー、原子力）の更なる導入拡大や、化石燃料の有効利用など、エネルギー供給構造の高度化を図る必要があります。

■我が国のエネルギー自給率■

供給される一次エネルギーのうち、自国内で確保できるエネルギーの比率をエネルギー自給率といいます。我が国はかつて国産石炭や水力などの国内天然資源エネルギーの活用により、1960 年には約 60%の自給率を達成していました。しかし、その後の高度経済成長のもとで、安価な石油が大量に供給されたこと、また石炭から石油への燃料転換が進み、石油が大量に輸入されたこと、加えて、石炭も輸入中心に移行したことなどから、エネルギー自給率は大幅に低下しています。更に、オイルショック以降に導入された天然ガスや原子力の燃料となるウランについても、ほぼ全量が海外から輸入されているため、2007 年時点でのエネルギー自給率は、水力等のわずか 4%にとどまっています。諸外国と比べても、大幅に低い水準です。なお、原子力の燃料となるウランは、一度輸入すると長期間使用することができることから、原子力を準国産エネルギーと考えることもできます。この考え方によれば、エネルギー自給率は 2007 年時点で 18%となります。

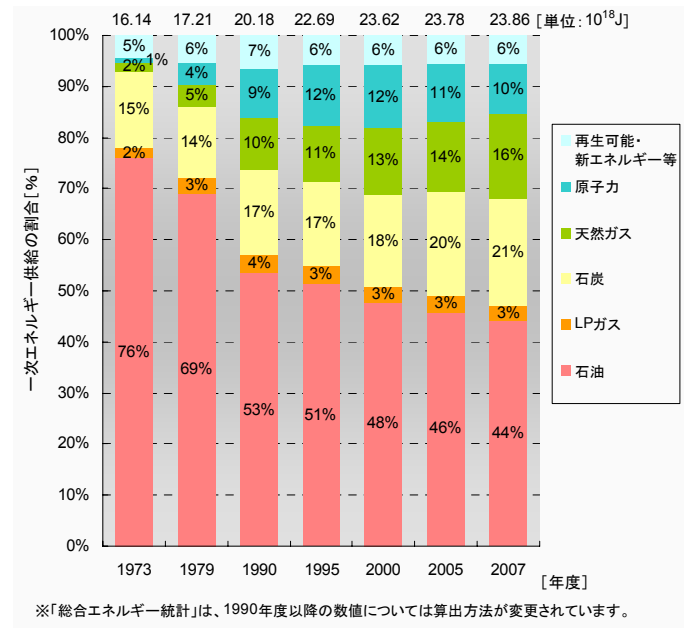


図 1.2.1 我が国の一次エネルギー供給の推移

出所) 経済産業省 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」

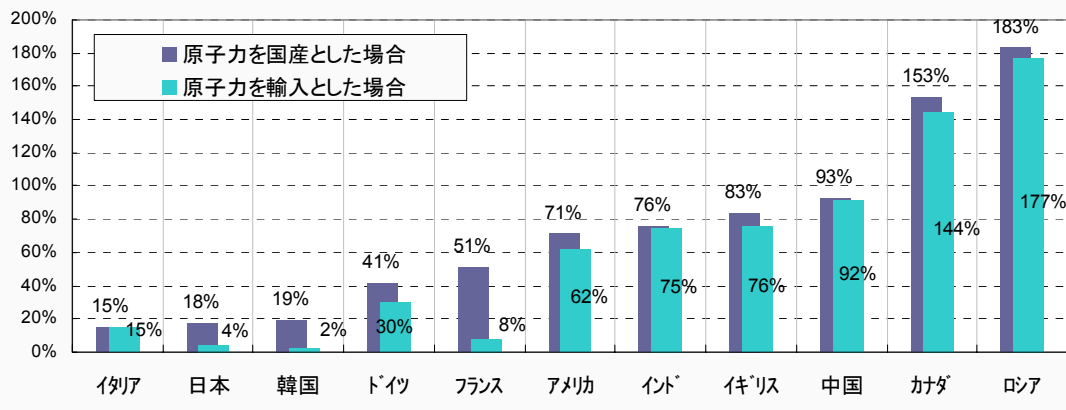


図 1.2.2 主要国のエネルギー自給率

出所) Energy Balances of OECD/NON-OECD Countries 2007 (2009 Edition)

■ 限りある資源 ■

昨今、中国やインドなどの発展途上国では、経済成長に伴い、石油や石炭、天然ガスといった化石燃料の需要が急速に伸びています。これらの国々は、今後も需要が拡大すると予想されていますが、一方で、世界のエネルギー資源の可採年数は現在の消費ベースを前提として考えると、石炭は 122 年、石油は 42 年、天然ガスは 60 年です。今後、新たな油田開発や鉱山が発見される可能性もありますが、いずれにしても、化石燃料は限られた資源です。

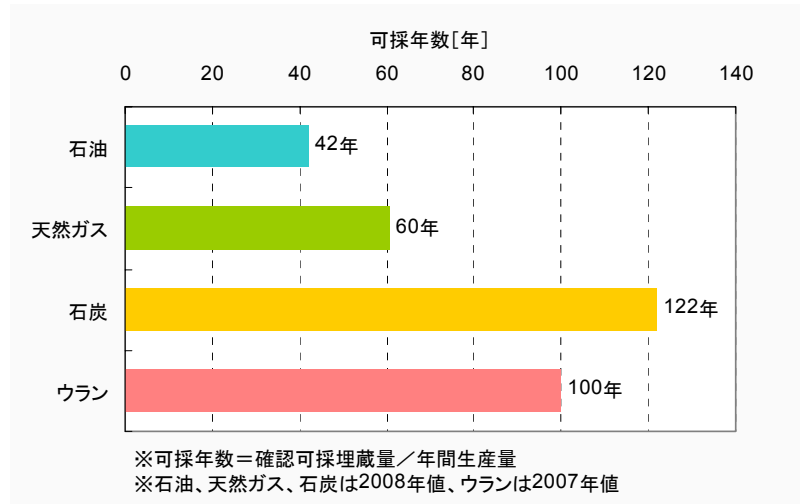


図 1.2.3 世界のエネルギー資源可採年数

出所) 石油・天然ガス・石炭：BP Statistical Review of World Energy June 2009,
 ウラン：OECD/NEA-IAEA Uranium 2007

1.3 再生可能エネルギーへの期待

限りある資源を有効に利用することはもちろんのこと、エネルギー自給率を上げることは、安定的なエネルギー供給を図る上で重要です。特に、非化石エネルギーである再生可能エネルギーの利用は、地球温暖化防止の観点からも有効です。現時点では、投資コストが高く、かつ自然条件に左右されることから出力が不安定になるなどの課題も挙げられていますが、課題解決に向けた技術開発や導入普及のための取組が進められています。我が国の再生可能エネルギーの導入実績は、2007 年現在、総エネルギー供給量のわずか 6%に過ぎません。その大半は発電用の水力で、太陽光発電や風力発電は 1%に満たない水準です。将来的にはこれら再生可能エネルギーの割合を数倍にする導入量が見込まれています。身近なものとしては、現在、太陽光発電の導入が進んでいます。一方で、温室効果ガスの大幅な削減に向けて、同じ太陽エネルギーから得られる太陽熱は、給湯や暖房・冷房、加温や乾燥などの需要を賄うことができる重要なエネルギー資源として期待されています。

1.4 太陽熱利用システムの特徴

再生可能エネルギーの中でも太陽エネルギーは太陽が存在する限り枯渇することのないエネルギー資源で、その熱や光をエネルギーとして有効に活用することができます。「光」の利用は、昼光を利用することはもとより、近年は、そのエネルギーを電気として取り出す「太陽光発電システム」が、世界中で爆発的に普及段階を迎えています。一方、「熱」としての利用は、太陽光発電よりはるかに歴史が古く、農業用水のプレヒーティング（ため池に水を張って水温を上げてから田畑に供給する）や温室、また、温水器を利用した形で、住宅でも早くから普及していました。ここで、太陽光発電の爆発的な普及の影で、太陽熱利用の有効性はあまり知られていません。太陽エネルギーの有効活用という点から考えると、太陽光発電のエネルギー変換効率が 10～15%であるのに対し、太陽熱利用時の熱利用効率はその数倍の 40～60%になります。狭小の屋根面への設置を考える場合、同じエネルギー量を取り出すことを考えると、太陽熱利用のほうが、太陽光発電のパネル面積に比べて、集熱面積を小さく抑えることができるというわけです。

例えば、太陽エネルギーで 3kW の出力を得る場合、

地表に到達する太陽エネルギーは 1m^2 当り約 1kW です。よって、

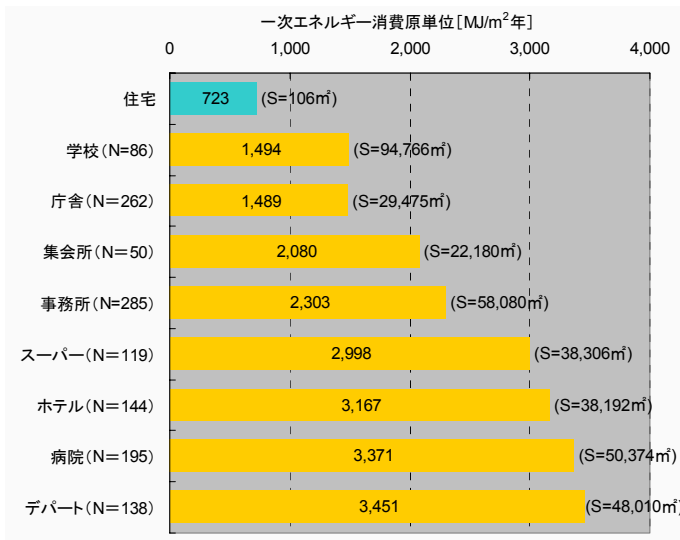
<太陽熱> 効率を 40～60%とすると、 1m^2 当り 0.4～0.6kW の定格出力となり、
3kW の出力を得るために必要な集熱面積は 5～7.5 m^2 となります。

<太陽光発電> 効率を 10～15%とすると、 1m^2 当り 0.1～0.15kW の定格出力となり、
3kW の出力を得るために必要なパネル面積は 20～30 m^2 となります。

1.5 太陽熱利用によるエネルギーと CO₂ 排出量削減効果

太陽エネルギーから得られる熱は、給湯や暖房の用途に利用されるのが一般的です。ここでは、住宅用以外の大規模物件を例として、その熱需要の割合を示します。

建物のエネルギー消費は、建物の規模、業種や利用形態によって様々です。また、熱需要として、給湯や暖冷房の需要が発生する場合もあれば、給湯需要のみ発生する場合があります。図 1.5.1、1.5.2 は、調査データをもとにした建物・業種別のエネルギー消費原単位とエネルギー消費の割合です。住宅では 1 年間 1m^2 当たり一次エネルギー消費量 723MJ、学校や事務所などの執務用途の場合約 1,500MJ～約 2,300MJ、スーパーやホテル、デパートなどで約 3,000MJ～約 3,500MJ と、用途や規模によって大きく異なります。用途別の内訳を見ると、太陽熱で熱を賄うことが可能と考えられる熱需要（熱源、給湯・蒸気）の占める割合は、全体の 30～50%と比較的大きいことがわかります。太陽エネルギーは天候や地域差により変動が大きいため、それら全ての熱需要を賄うことはできませんが、太陽熱利用はエネルギー効率も高く、集熱や蓄熱などのシステムを最適に組み合わせることにより、それら熱需要の 30～40%を賄うことが可能です。なお、この割合を太陽依存率といいます。



※「N」はデータ数、「S」は平均延床面積。

図 1.5.1 住宅及び業種別のエネルギー消費原単位

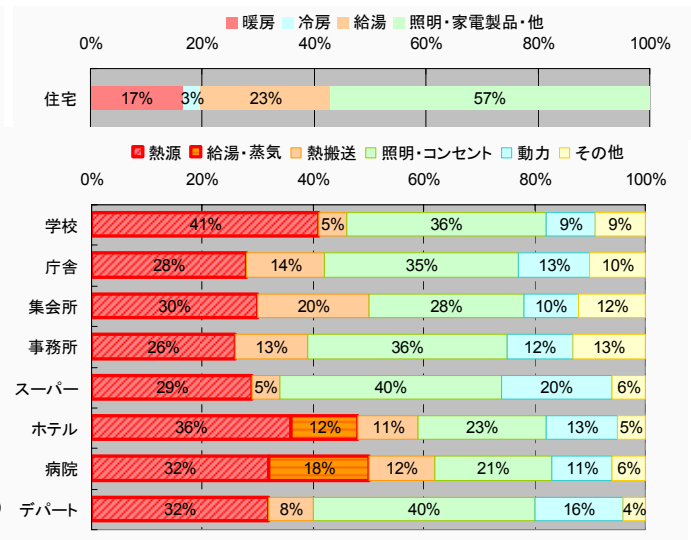


図 1.5.2 建築物の用途別エネルギー消費割合

出所）左図「住宅」データ：エネルギー消費量は住環境計画研究所「家庭用エネルギー統計年報 2007 年版」より 2 人以上の世帯の場合。平均延床面積は総務省統計局「平成 17 年度国勢調査」より作成。住宅以外のデータ：（財）省エネルギーセンター「業務用ビルにおける省エネ推進のてびき 2009」、右図：（財）省エネルギーセンター「平成 19 年度ビルの省エネルギーガイドブック」

太陽依存率は、NEDO のフィールドテスト事業の事例によると、用途や規模、また地域によって様々ですが、約 30～40%となっています。化石燃料の使用量を削減することにより、CO₂ 排出量を削減することができました。

表 1.5.1 太陽熱利用システムの効果の事例

用途	導入先	有効集熱面積 (m ²)	集熱器 タイプ	太陽依存率 (%) [平成 19 年実績値]	CO ₂ 削減量 [kg-CO ₂ /年] ※
給湯	小学校・給食室	23	真空ガラス管形	31%	3,979
給湯・暖房	高校・寮	214	真空ガラス管形	31%	20,116
暖房	娯楽施設	173	空気集熱形	36%	10,726

※灯油熱源機を代替すると仮定（ボイラ効率 80%の場合）。

参考資料）NEDO 平成 20 年度太陽熱高度利用システムフィールドテスト事業「収集データ分析、評価のとりまとめに係わる業務 報告書」

コラム 再生可能エネルギーの導入と太陽熱利用に関する海外の動向

■各国の再生可能エネルギー導入量■

水力、地熱、太陽光、風力、バイオマスなどの再生可能エネルギーは、エネルギー自給率の向上や地球温暖化対策の観点から優れた特性を有しますが、現時点では出力の不安定性や高コストといった課題も抱えています。一方で、近年の技術開発などを背景に、欧米の主要国の中には、再生可能エネルギーについて、野心的な長期目標・見通しを示す国も見られます。EU ではエネルギー安定供給と地球温暖化防止の双方の観点より、再生可能エネルギーに対する期待が大きく、2008 年 1 月に「再生可能エネルギーに係る EU 指令（Renewable Energy Sources Directive）」が施行されました。その中で、EU 加盟国における 2020 年の再生可能エネルギー導入目標が規定されています。例えばイギリスは、2005 年時点 1.3%の導入量を 15%に、フランス、スペイン、イタリア、ドイツはそれぞれ 20%前後、現時点で導入量の多いデンマークは 30%、スウェーデンは 49%と高い目標を掲げています。

表 1.5.2 再生可能エネルギー導入 2005 年実績と 2020 年目標値

EU 加盟国	2005 年実績 [%]	2020 年目標 [%]	EU 加盟国	2005 年実績 [%]	2020 年目標 [%]
アイルランド	3.1	16	ドイツ	5.8	18
イタリア	5.2	17	ハンガリー	4.3	13
イギリス	1.3	15	フィンランド	28.5	38
エストニア	18	25	フランス	10.3	23
オーストリア	23.3	34	ブルガリア	9.4	16
オランダ	2.2	14	ベルギー	2.2	13
キプロス	2.9	13	ポーランド	7.2	15
ギリシャ	6.9	18	ポルトガル	20.5	31
スウェーデン	39.8	49	マルタ	0	10
スペイン	8.7	20	ラトビア	34.9	42
スロバキア	6.7	14	リトアニア	15	23
スロベニア	16	25	ルーマニア	17.8	24
チェコ	6.1	13	ルクセンブルグ	0.9	11
デンマーク	17	30	EU 全体	8.5	20

出所：「Renewable Energy Technology Roadmap 20% by 2020」 EREC（European Renewable Energy Council）

■太陽熱利用の国際比較■

世界的に見ると、太陽熱利用は中国や欧米を中心に普及が進んでいます。中でも、集熱器が圧倒的に普及しているのは中国で、真空ガラス管形の集熱器が多いです。急速な経済成長により、国民の生活水準が向上する一方、エネルギー供給のインフラ整備が不十分なため、メインの給湯器として安価な真空ガラス管形集熱器が普及しています。

アメリカやオーストラリアでは、主にプールの加温用として、非ガラス集熱器が多く使用されています。欧州では、加盟国が再生可能エネルギーに係る EU 指令を受けて、政策や助成などにより普及を進めているところです。早くか

ら太陽熱利用を義務化（Solar Obligation）しているのはスペインのバルセロナで、2001 年にバルセロナ市で導入後、2006 年にはスペイン全土で国内法として整備されました。地域により太陽熱を利用する割合は異な



写真 1.5.1 中国山東省の集合住宅

りますが、給湯需要の最低 3 割から 7 割を太陽熱または他の再生可能エネルギーで賄うことを要求しています。また、EU 加盟国の中でも、再生可能エネルギーの導入に積極的なドイツは、2020 年までに再生可能エネルギーによる熱供給の割合を 14%とすることを目標に、様々なプログラムや政策が打ち出されています。屋根面はもちろんのこと、壁面や庇の代わりに集熱コレクターを設置するなど、太陽熱を給湯、暖房または冷房などへ活用する事例が多く見られます。2009 年より、新たに再生可能エネルギー熱法（Erneuerbares-Energien-Wärme-gesetz : EEWärmeG）が導入されました。新築建築物に対して給湯及び暖房需要の一定割合を再生可能エネルギーで賄うことを義務づけるものです。EEWärmeG は、新築建築物のみに適用されますが、各々の州法において、既存建築物に対して適用することも可能となっています。

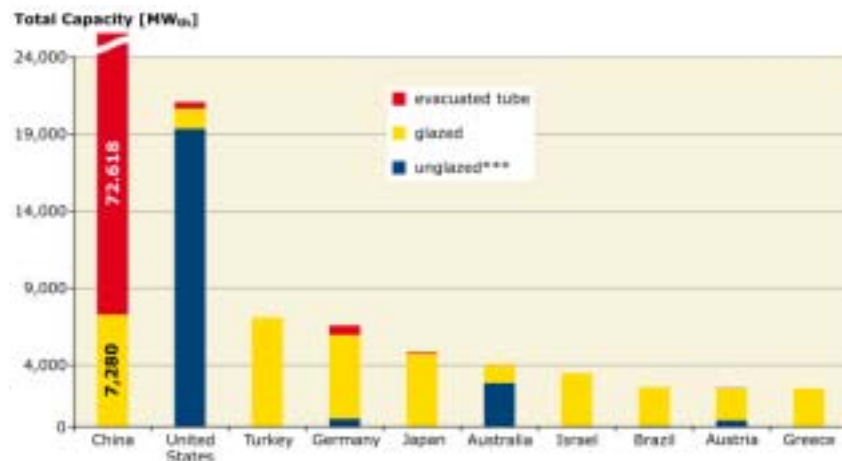


Figure 4: Total capacity in operation of water collectors of the 10 leading countries at the end of 2007

図 1.5.3 太陽熱利用状況の国際比較

出所) IEA—Solar Heat Worldwide Markets and Contribution to the Energy Supply 2007 EDITION 2009

写真 1.5.2 は、ドイツの大規模集合住宅において、壁面を利用して集熱器を設置している一例です。我が国では、屋根面設置の場合が多いですが、写真のように、開口部のサッシ枠と同じモジュールで集熱器を作成することにより、壁面設置を可能としています。

壁面集熱器



写真 1.5.2 ドイツフランクフルトの大規模集合住宅（集熱面積：252.1m²）

※ドイツ「Solarthermie-2000 Teilprogramm2」の採択物件